

## INTERNATIONAL COOPERATION TREATY

PCT

## NOTIFICATION OF ELECTION

(PCT Rule 61.2)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

Commissioner  
 US Department of Commerce  
 United States Patent and Trademark  
 Office, PCT  
 2011 South Clark Place Room  
 CP2/5C24  
 Arlington, VA 22202  
 ETATS-UNIS D'AMERIQUE  
 in its capacity as elected Office

<b>Date of mailing (day/month/year)</b> 04 December 2000 (04.12.00)	
<b>International application No.</b> PCT/EP00/02389	<b>Applicant's or agent's file reference</b> 5607
<b>International filing date (day/month/year)</b> 17 March 2000 (17.03.00)	<b>Priority date (day/month/year)</b> 17 March 1999 (17.03.99)
<b>Applicant</b> RUMP, Hanns et al	

1. The designated Office is hereby notified of its election made:

☒ in the demand filed with the International Preliminary Examining Authority on:  
 12 October 2000 (12.10.00)

☐ in a notice effecting later election filed with the International Bureau on:  
 \_\_\_\_\_

2. The election ☒ was

☐ was not

made before the expiration of 19 months from the priority date or, where Rule 32 applies, within the time limit under Rule 32.2(b).

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland Facsimile No.: (41-22) 740.14.35	Authorized officer Zakaria EL KHODARY Telephone No.: (41-22) 338.83.38
---	--

937102  
Translation

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

Applicant's or agent's file reference 5607	<b>FOR FURTHER ACTION</b> See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. PCT/EP00/02389	International filing date (day/month/year) 17 March 2000 (17.03.00)	Priority date (day/month/year) 17 March 1999 (17.03.99)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC A62B 9/00		
Applicant T.E.M.&excl; TECHNISCHE ENTWICKLUNGEN UND MANAGEMENT GMBH		

<p>1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.</p> <p>2. This REPORT consists of a total of <u>4</u> sheets, including this cover sheet.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).</p> <p>These annexes consist of a total of <u>7</u> sheets.</p>	
<p>3. This report contains indications relating to the following items:</p> <p>I <input checked="" type="checkbox"/> Basis of the report</p> <p>II <input type="checkbox"/> Priority</p> <p>III <input type="checkbox"/> Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability</p> <p>IV <input type="checkbox"/> Lack of unity of invention</p> <p>V <input checked="" type="checkbox"/> Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement</p> <p>VI <input type="checkbox"/> Certain documents cited</p> <p>VII <input type="checkbox"/> Certain defects in the international application</p> <p>VIII <input type="checkbox"/> Certain observations on the international application</p>	

RECEIVED  
APR 02 2002  
TC 1700

Date of submission of the demand 12 October 2000 (12.10.00)	Date of completion of this report 06 June 2001 (06.06.2001)
Name and mailing address of the IPEA/EP	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

# INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/EP00/02389

## I. Basis of the report

1. This report has been drawn on the basis of (Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to the report since they do not contain amendments.):

☒ the international application as originally filed.

☐ the description, pages \_\_\_\_\_, as originally filed,  
pages 1-3,5-29, filed with the demand,  
pages 4,4a, filed with the letter of 04 May 2001 (04.05.2001),  
pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_.

☐ the claims, Nos. \_\_\_\_\_, as originally filed,  
Nos. \_\_\_\_\_, as amended under Article 19,  
Nos. 28, filed with the demand,  
Nos. 1-27, filed with the letter of 04 May 2001 (04.05.2001),  
Nos. \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_.

☐ the drawings, sheets/fig 1/4-4/4, as originally filed,  
sheets/fig \_\_\_\_\_, filed with the demand,  
sheets/fig \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_,  
sheets/fig \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_.

2. The amendments have resulted in the cancellation of:

☐ the description, pages \_\_\_\_\_  
☐ the claims, Nos. \_\_\_\_\_  
☐ the drawings, sheets/fig \_\_\_\_\_

3. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).

4. Additional observations, if necessary:

# INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.  
PCT/EP 00/02389

## V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

### 1. Statement

Novelty (N)	Claims	1-27	YES
	Claims		NO
Inventive step (IS)	Claims	1-27	YES
	Claims		NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1-27	YES
	Claims		NO

### 2. Citations and explanations

#### Claim 1

EP-A-0 343 521 describes a sensor device as per the preamble to Claim 21. A filter occludes a housing aperture. However, the subject matter of Claim 1 has a heat-insulating or thermally insulating diffusion layer, which is not known from the citations in the search report.

#### Claim 8

DE-A-44 12 447 describes a process as per the preamble to Claim 1. According to said process, the temperature reference value is amended periodically by a feedforward control for error recognition.

None of the citations in the search report gives any suggestion of implementing such a process in relation to the strength or the behaviour over time of the sensor signal.

# VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

Absender: MIT DER INTERNATIONALEN VORLÄUFIGEN  
PRÜFUNG BEAUFTRAGTE BEHÖRDE

An:

MIERSWA, Klaus  
Friedrichstrasse 171  
D-68199 Mannheim  
ALLEMAGNE

**EINGEGANGEN**

- 7. Juni 2001

**PCT**

MITTEILUNG ÜBER DIE ÜBERSENDUNG  
DES INTERNATIONALEN VORLÄUFIGEN  
PRÜFUNGSBERICHTS  
(Regel 71.1 PCT)

Absendedatum  
(Tag/Monat/Jahr) 06.06.2001

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts  
5607

## WICHTIGE MITTEILUNG

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP00/02389

Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr)  
17/03/2000

Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr)  
17/03/1999

Anmelder  
T.E.M.! TECHNISCHE ENTWICKLUNGEN.....et al.

1. Dem Anmelder wird mitgeteilt, daß ihm die mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragte Behörde hiermit den zu der internationalen Anmeldung erstellten internationalen vorläufigen Prüfungsbericht, gegebenenfalls mit den dazugehörigen Anlagen, übermittelt.
2. Eine Kopie des Berichts wird - gegebenenfalls mit den dazugehörigen Anlagen - dem Internationalen Büro zur Weiterleitung an alle ausgewählten Ämter übermittelt.
3. Auf Wunsch eines ausgewählten Amtes wird das Internationale Büro eine Übersetzung des Berichts (jedoch nicht der Anlagen) ins Englische anfertigen und diesem Amt übermitteln.

### 4. ERINNERUNG

Zum Eintritt in die nationale Phase hat der Anmelder vor jedem ausgewählten Amt innerhalb von 30 Monaten ab dem Prioritätsdatum (oder in manchen Ämtern noch später) bestimmte Handlungen (Einreichung von Übersetzungen und Entrichtung nationaler Gebühren) vorzunehmen (Artikel 39 (1)) (siehe auch die durch das Internationale Büro im Formblatt PCT/IB/301 übermittelte Information).

Ist einem ausgewählten Amt eine Übersetzung der internationalen Anmeldung zu übermitteln, so muß diese Übersetzung auch Übersetzungen aller Anlagen zum internationalen vorläufigen Prüfungsbericht enthalten. Es ist Aufgabe des Anmelders, solche Übersetzungen anzufertigen und den betroffenen ausgewählten Ämtern direkt zuzuleiten.

Weitere Einzelheiten zu den maßgebenden Fristen und Erfordernissen der ausgewählten Ämter sind Band II des PCT-Leitfadens für Anmelder zu entnehmen.

Name und Postanschrift der mit der internationalen Prüfung  
beauftragten Behörde



Europäisches Patentamt  
D-80298 München  
Tel. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d  
Fax: +49 89 2399 - 4465

Bevollmächtigter Bediensteter

Eich, M

Tel. +49 89 2399-7578



# VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

## PCT

### INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT



(Artikel 36 und Regel 70 PCT)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts <b>5607</b>	<b>WEITERES VORGEHEN</b> siehe Mitteilung über die Übersendung des internationalen vorläufigen Prüfungsberichts (Formblatt PCT/IIPEA/416)	
Internationales Aktenzeichen <b>PCT/EP00/02389</b>	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) <b>17/03/2000</b>	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Tag) <b>17/03/1999</b>
Internationale Patentklassifikation (IPK) oder nationale Klassifikation und IPK <b>A62B9/00</b>		<b>EINGEGANGEN</b> <b>- 7. Juni 2001</b>
Anmelder <b>T.E.M.! TECHNISCHE ENTWICKLUNGEN.....et al.</b>		

1. Dieser internationale vorläufige Prüfungsbericht wurde von der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 36 übermittelt.
2. Dieser BERICHT umfaßt insgesamt 4 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.
- ☒ Außerdem liegen dem Bericht ANLAGEN bei; dabei handelt es sich um Blätter mit Beschreibungen, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit vor dieser Behörde vorgenommenen Berichtigungen (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsrichtlinien zum PCT).
- Diese Anlagen umfassen insgesamt 7 Blätter.

3. Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:

- I ☒ Grundlage des Berichts
- II ☐ Priorität
- III ☐ Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit
- IV ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung
- V ☒ Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung
- VI ☐ Bestimmte angeführte Unterlagen
- VII ☐ Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung
- VIII ☐ Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Datum der Einreichung des Antrags <b>12/10/2000</b>	Datum der Fertigstellung dieses Berichts <b>06.06.2001</b>
Name und Postanschrift der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde:  Europäisches Patentamt D-80298 München Tel. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d Fax: +49 89 2399 - 4465	Bevollmächtigter Bediensteter  <b>Schut, T</b>  Tel. Nr. +49 89 2399 8970 

**I. Grundlage des Berichts**

1. Hinsichtlich der **Bestandteile** der internationalen Anmeldung (*Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigelegt, weil sie keine Änderungen enthalten (Regeln 70.16 und 70.17)*):  
**Beschreibung, Seiten:**

1-3,5-29                      ursprüngliche Fassung

4,4a                          eingegangen am                      07/05/2001    mit Schreiben vom    04/05/2001

**Patentansprüche, Nr.:**

28                              ursprüngliche Fassung

1-27                          eingegangen am                      07/05/2001    mit Schreiben vom    04/05/2001

**Zeichnungen, Blätter:**

1/4-4/4                      ursprüngliche Fassung

2. Hinsichtlich der **Sprache**: Alle vorstehend genannten Bestandteile standen der Behörde in der Sprache, in der die internationale Anmeldung eingereicht worden ist, zur Verfügung oder wurden in dieser eingereicht, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

Die Bestandteile standen der Behörde in der Sprache: zur Verfügung bzw. wurden in dieser Sprache eingereicht; dabei handelt es sich um

- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen Recherche eingereicht worden ist (nach Regel 23.1(b)).
- ☐ die Veröffentlichungssprache der internationalen Anmeldung (nach Regel 48.3(b)).
- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen vorläufigen Prüfung eingereicht worden ist (nach Regel 55.2 und/oder 55.3).

3. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale vorläufige Prüfung auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das:

- ☐ in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.
- ☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.

# INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/EP00/02389

- ☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfassten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

4. Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:

- ☐ Beschreibung,      Seiten:  
☐ Ansprüche,      Nr.:  
☐ Zeichnungen,      Blatt:

5. ☐ Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der Änderungen erstellt worden, da diese aus den angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2(c)).

*(Auf Ersatzblätter, die solche Änderungen enthalten, ist unter Punkt 1 hinzuweisen; sie sind diesem Bericht beizufügen).*

6. Etwaige zusätzliche Bemerkungen:

**V. Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung**

1. Feststellung

Neuheit (N)	Ja: Ansprüche	1-27
	Nein: Ansprüche	
Erfinderische Tätigkeit (ET)	Ja: Ansprüche	1-27
	Nein: Ansprüche	
Gewerbliche Anwendbarkeit (GA)	Ja: Ansprüche	1-27
	Nein: Ansprüche	

2. Unterlagen und Erklärungen  
**siehe Beiblatt**



**Zu Punkt V:** Begründet. Feststellung nach Regel 66.2(a)(ii) hinsichtlich der Neuheit und der erfinderischen Tätigkeit

**Anspruch 1**

EP-A-0 343 521 beschreibt eine Sensorvorrichtung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 21. Ein Filter schließt eine Gehäuseöffnung ab. Der Gegenstand des Anspruchs 1 weist jedoch eine wärmedämmende oder thermisch isolierende Diffusionschicht auf. Dies ist aus den im Recherchenbericht genannten Dokumenten nicht bekannt.

**Anspruch 8**

DE-A-44 12 447 beschreibt ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Bei diesem Verfahren wird der Temperatursollwert mittels einer Störgrößenaufschaltung zur Fehlererkennung zeitweise geändert.

In den im Recherchenbericht genannten Dokumenten gibt es keinen Hinweis dies in Abhängigkeit von der Größe oder dem zeitlichen Verhalten des Sensorsignals zu machen.

- Seite 4 neu -

Fehlalarm und die gleichzeitige Fähigkeit zur Detektion auch kleiner Konzentrationen und/oder kleiner Konzentrationsänderungen gefordert wird.

Aus der DE 44 12 447 A1 ist eine Sensoranordnung zur Detektion explosions-  
gefährdeter Gase mit einem Sensorelement bekannt, welches sich in einem  
5 Gehäuse befindet. Das Gehäuse besitzt eine mit einem gasdurchlässigen  
Filter versperrte Zutrittsöffnung, wobei das Filter mindestens eine Lage aus  
Aktivkohle aufweist. Als Sensoren kommen vorzugsweise Taguchi-Sensoren  
oder Pellistoren-Sensoren zum Einsatz. Die Signalauswertung erfolgt unter  
10 Verwendung einer Auswerteschaltung und vorzugsweise eines Mikro-  
prozessors. Zum Zwecke der Überwachung der einwandfreien Funktion des  
Sensorelementes wird dessen Heizleistung zu bestimmten Zeiten, z.B. einmal  
täglich, vorübergehend über die normale Leistung hinaus erhöht und zu  
anderen bestimmten Zeiten vorübergehend unter die normale Leistung  
15 abgesenkt.

#### Technische Aufgabe:

Der Erfindung liegt deshalb Aufgabe zugrunde, eine Sensorvorrichtung und  
20 ein Verfahren zur Detektion von in Luft, insbesondere in der Atemluft,  
enthaltenen Gasen oder Dämpfen mit hoher Sicherheit gegen Fehlalarm  
bereitzustellen, wobei auch kleine Konzentrationen und/oder kleine  
Konzentrationsänderungen detektierbar sind.

#### 25 Offenbarung der Erfindung und deren Vorteile:

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch eine Sensorvorrichtung  
zur Detektion von in Luft enthaltenen Gasen oder Dämpfen mittels eines  
Sensorelementes, das eine gassensitive Schicht aufweist und mittels einer  
Heizstruktur elektrisch beheizbar ist, und in einem Gehäuse angeordnet ist,  
30 welches das Sensorelement von außerhalb des Gehäuses stattfindenden  
Luftbewegungen abschirmt, dadurch gekennzeichnet, dass das Gehäuse eine  
Diffusionsschicht aufweist, durch welche per Diffusion ein Durchgang von Gas  
und Dampf von außen in das Innere des Gehäuses und umgekehrt möglich ist,  
und das Gehäuse und die Diffusionsschicht wärmedämmend oder thermisch  
35 isolierend ausgebildet sind.

GEÄNDERTES BLATT

- Seite 4a neu -

Ein Verfahren zum Betreiben eines Sensorelementes zur Detektion von in Luft enthaltenen Gasen oder Dämpfen, das eine gassensitive Schicht aufweist und mittels einer Heizstruktur elektrisch beheizbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Temperatur des Sensorelementes geregelt wird und  
5 der Temperatursollwert in Abhängigkeit von der Größe oder dem zeitlichen Verhalten des Sensorsignals mittels einer Störgrößenaufschaltung zumindest zeitweise verändert wird.

Anwendungen sind u.a. der Schutz von Menschen, die Atemschutz-  
10 Ausrüstungen (z.B. Atemschutz-Masken) benutzen. Eine weitere Anwendung besteht in der Überwachung von Klima- und Lüftungsanlagen in Bezug auf die (unerwünschte) Anwesenheit von Gasen und Dämpfen. Weiter kann mit erfindungsgemäßen Gasdetektoren die Lüftung von Fahrzeugen derart gesteuert werden, daß die Lüftung unterbrochen wird, wenn außerhalb des

- Seite 30 neu -

Patentansprüche:

1. Sensorvorrichtung zur Detektion von in Luft enthaltenen Gasen oder  
5 Dämpfen mittels eines Sensorelementes, das eine gassensitive Schicht aufweist und mittels einer Heizstruktur elektrisch beheizbar ist, und in einem Gehäuse (40) angeordnet ist, welches das Sensorelement (11) von außerhalb des Gehäuses (40) stattfindenden Luftbewegungen abschirmt, dadurch gekennzeichnet,  
10 dass das Gehäuse (40) eine Diffusionsschicht (47) aufweist, durch welche per Diffusion ein Durchgang von Gas und Dampf von außen in das Innere des Gehäuses (40) und umgekehrt möglich ist, und das Gehäuse (40) und die Diffusionsschicht (47) wärmedämmend oder thermisch isolierend ausgebildet sind.  
15
2. Sensorvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Diffusionsschicht (47) aus einem Sintermaterial mit glasartiger oder metallischer Struktur besteht.
- 20 3. Sensorvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Diffusionsschicht aus einer gasdurchlässigen Kunststoffolie besteht.
4. Sensorvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Sensorelement (11) ein Metalloxidsensor ist.  
25
5. Sensorvorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Kunststoffolie aus Teflon (PTFE) besteht.
6. Sensorvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,  
30 dass das Sensorelement (11) zu seiner elektrischen Beheizung eine Heizstruktur (32) aufweist.
7. Sensorvorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet,

- Seite 31 neu -

8. Verfahren zum Betreiben eines Sensorelementes zur Detektion von in Luft enthaltenen Gasen oder Dämpfen, das eine gassensitive Schicht aufweist und mittels einer Heizstruktur elektrisch beheizbar ist,

5 dadurch gekennzeichnet,

dass die Temperatur des Sensorelementes (11) geregelt wird und der Temperatursollwert in Abhängigkeit von der Größe oder dem zeitlichen Verhalten des Sensorsignals mittels einer Störgrößenaufschaltung zumindest zeitweise verändert wird.

10

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet,

dass das Sensorsignal mit einem aus zeitlich zurückliegenden Sensorsignalen gleitend oder adaptiv gebildeten Referenzwert verglichen wird, wobei die Differenz zwischen Sensorsignal und Referenzwert und/oder das zeitliche Verhalten dieser Differenz zur Auslösung eines Schaltsignals herangezogen wird.

15

10. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet,

dass der mit einem Temperaturkoeffizienten behaftete elektrische Widerstand der Heizstruktur (32) als Regelgröße für die Temperatur des Sensorelementes (11) verwendet wird.

20

11. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet,

dass die Temperatur der gassensitiven Schicht (33) nicht konstant gehalten wird, sondern in Abhängigkeit vom zeitlichen Verhalten des Sensorsignals eine die Temperatur der gassensitiven Schicht (33) erhöhende Störgrößenaufschaltung so erfolgt, daß anhand des zeitlichen Verhaltens des Sensorsignals solche Störeinflüsse, die durch Änderungen der physikalischen Umgebungsbedingungen verursacht sind, von solchen Einflüssen, die durch eine Änderung der Gaszusammensetzung oder Gaskonzentration verursacht sind, unterscheidbar sind.

25

30

12. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet,

daß mittels der Störgrößenaufschaltung die Heizleistung durch das

- Seite 32 neu -

Sensorsignals, die durch eine Änderung der Luftfeuchte oder einer Änderung der Lufttemperatur verursacht wird, schneller und/oder in einem stärkeren Ausmaß kompensiert wird als eine Änderung des Sensorsignals, die durch eine Änderung der Gaskonzentration verursacht wird.

5

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß eine Änderung des Sensorsignals, die durch eine Änderung der Luftfeuchte oder einer Änderung der Lufttemperatur verursacht wird, von einer Änderung des Sensorsignals, die durch eine Änderung der Gaskonzentration verursacht wird, anhand des jeweils unterschiedlichen zeitlichen Verhaltens des Sensorsignals unterscheidbar ist.

14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Unterscheidung zwischen Änderung des Sensorsignals, die durch eine Änderung der Luftfeuchte oder einer Änderung der Lufttemperatur verursacht wird, und einer Änderung des Sensorsignals, die durch eine Änderung der Gaskonzentration verursacht wird, mittels geeigneter Software automatisch erfolgt.

15. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass aus zeitlich zurückliegenden Sensorsignalen ein Mittelwert gebildet und aus diesem ein zur Auslösung eines Schaltsignals heranziehbarer Referenzwert für das jeweils aktuelle Sensorsignal gebildet wird, wobei für den Zeitraum der Störgrößenaufschaltung die Mittelwertbildung ausgesetzt wird.

16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass zur Bildung des Referenzwertes die Kennlinie des Sensorelementes berücksichtigt wird.

30

17. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass zur Detektion oxidierbarer Luftinhaltsstoffe für den Zeitraum, in dem der aktuelle Sensorwert kleiner als der aus dem Mittelwert gebildete Referenzwert ist, die Mittelwertbildung aussetzt und der alte Referenzwert beibehalten wird.

35

- Seite 33 neu -

18. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet,  
dass zur Detektion reduzierbarer Luftinhaltsstoffe für den Zeitraum, in dem  
der aktuelle Sensorwert größer als der aus dem Mittelwert gebildete  
Referenzwert ist, die Mittelwertbildung aussetzt und der alte Referenzwert  
5 beibehalten wird.

19. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet,  
daß der zur Bildung des Mittelwertes berücksichtigte Mittelungszeitraum  
10 variabel ist.

20. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet,  
daß die Bildung des Referenzwertes durch Berücksichtigung zeitlich  
vorausgegangener Sensorsignale erfolgt, wobei die Länge des hierbei  
15 berücksichtigten Zeitraumes variabel ist.

21. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet,  
daß die Bildung des Referenzwertes durch Berücksichtigung zeitlich  
vorausgegangener Referenzwerte erfolgt, wobei die Länge des hierbei  
20 berücksichtigten Zeitraumes variabel ist.

22. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 21, dadurch gekennzeichnet,  
daß die Länge des berücksichtigten Zeitraumes vom zeitlichen Verhalten des  
Sensorsignals abhängt.  
25

23. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet,  
daß das Sensorsignal zugleich über zwei unterschiedliche Zeiträume gemittelt  
wird, wobei von dem über den längeren Zeitraum gebildeten Mittelwert ein  
bestimmter Betrag oder abgezogen wird und ein Schaltsignal ausgelöst wird,  
30 wenn der über den kürzeren Zeitraum gebildete Mittelwert kleiner wird als  
der sich durch Mittelung über den längeren Zeitraum und Abzug des  
bestimmten Betrages ergebende Wert.

- Seite 34 neu -

24. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet,  
dass die Temperatur der Heizstruktur periodisch vorübergehend erhöht wird  
und die Sensorsignale vor, während und nach jeder Temperaturerhöhung zur  
qualitativen Ermittlung einer Anwesenheit zusätzlicher oxidierbarer bzw.  
5 reduzierbarer Luftinhaltsstoffe verglichen werden.

25. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet,  
daß die Änderung der Impedanz der gassentiven Schicht (33) zur Bildung  
eines Sensorsignals benutzt wird.

10

26. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet,  
daß die Änderung des elektrischen Widerstandes der gassentiven Schicht (33)  
zur Bildung eines Sensorsignals benutzt wird.

15 27. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet  
daß für den Referenzwert zusätzlich eine untere Schranke festgelegt ist, die  
der Referenzwert niemals unterschreiten kann und die durch sensorbedingte  
Schwankungen nicht erreicht wird, wobei die Gaskonzentration, die diesem  
Sensorsignal zugeordnet werden kann, keine dauerhaften Schäden auf den  
20 Menschen hat bzw. sich im Falle einer z.B. Überwachung von Explosions-  
grenzen in weitem Sicherheitsabstand zur Explosionsgrenze befindet.

GEÄNDERTES BLATT



VERTR ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT  
AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

# PCT

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

(Artikel 18 sowie Regeln 43 und 44 PCT)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts <b>5607</b>	<b>WEITERES VORGEHEN</b>	siehe Mitteilung über die Übermittlung des internationalen Recherchenberichts (Formblatt PCT/ISA/220) sowie, soweit zutreffend, nachstehender Punkt 5
Internationales Aktenzeichen <b>PCT/EP 00/ 02389</b>	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) <b>17/03/2000</b>	(Frühestes) Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) <b>17/03/1999</b>
Anmelder  <b>T.E.M.! TECHNISCHE ENTWICKLUNGEN UND MANAGEMENT</b>		

Dieser internationale Recherchenbericht wurde von der Internationalen Recherchenbehörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 18 übermittelt. Eine Kopie wird dem Internationalen Büro übermittelt.

Dieser internationale Recherchenbericht umfaßt insgesamt 2 Blätter.

☒ Darüber hinaus liegt ihm jeweils eine Kopie der in diesem Bericht genannten Unterlagen zum Stand der Technik bei.

### 1. Grundlage des Berichts

a. Hinsichtlich der **Sprache** ist die internationale Recherche auf der Grundlage der internationalen Anmeldung in der Sprache durchgeführt worden, in der sie eingereicht wurde, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

☐ Die internationale Recherche ist auf der Grundlage einer bei der Behörde eingereichten Übersetzung der internationalen Anmeldung (Regel 23.1 b)) durchgeführt worden.

b. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale Recherche auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das

☐ in der internationalen Anmeldung in Schriftlicher Form enthalten ist.

☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.

☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.

☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfaßten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

2. ☐ Bestimmte Ansprüche haben sich als nicht recherchierbar erwiesen (siehe Feld I).

3. ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung (siehe Feld II).

### 4. Hinsichtlich der Bezeichnung der Erfindung

☒ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☐ wurde der Wortlaut von der Behörde wie folgt festgesetzt:

### 5. Hinsichtlich der Zusammenfassung

☒ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☐ wurde der Wortlaut nach Regel 38.2b) in der in Feld III angegebenen Fassung von der Behörde festgesetzt. Der Anmelder kann der Behörde innerhalb eines Monats nach dem Datum der Absendung dieses internationalen Recherchenberichts eine Stellungnahme vorlegen.

6. Folgende Abbildung der Zeichnungen ist mit der Zusammenfassung zu veröffentlichen: Abb. Nr. 4

☐ wie vom Anmelder vorgeschlagen

☐ keine der Abb.

☒ weil der Anmelder selbst keine Abbildung vorgeschlagen hat.

☐ weil diese Abbildung die Erfindung besser kennzeichnet.

**A. KLASSTIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
IPK 7 A62B9/00 G01N33/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK.

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 A62B G01N G08B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 44 12 447 A (RUMP ELEKTRONIK TECH) 19. Oktober 1995 (1995-10-19) das ganze Dokument ---	1,2,5,7, 9-28
A	EP 0 343 521 A (GERATEBAU MBH GES) 29. November 1989 (1989-11-29) in der Anmeldung erwähnt Spalte 1, Zeile 46 -Spalte 4, Zeile 47; Abbildungen ---	1-28
A	US 4 338 281 A (TREITINGER LUDWIG ET AL) 6. Juli 1982 (1982-07-06) das ganze Dokument ---	1-28
A	US 3 950 739 A (CAMPMAN JAMES P) 13. April 1976 (1976-04-13) das ganze Dokument -----	1-28

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&amp;" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

10. August 2000

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

21/08/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Triantaphillou, P

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 00/02389

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 4412447	A	19-10-1995	NONE	
EP 0343521	A	29-11-1989	DE 3818052 A AT 99970 T DE 58906666 D US 5018518 A	07-12-1989 15-01-1994 24-02-1994 28-05-1991
US 4338281	A	06-07-1982	DE 3019387 A FR 2484646 A JP 57017849 A	26-11-1981 18-12-1981 29-01-1982
US 3950739	A	13-04-1976	NONE	

# VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

## PCT

### INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

(Artikel 36 und Regel 70 PCT)

REC'D 08 JUN 2001

WIPO PCT



Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts 5607	<b>WEITERES VORGEHEN</b> siehe Mitteilung über die Übersendung des internationalen vorläufigen Prüfungsberichts (Formblatt PCT/IPEA/416)	
Internationales Aktenzeichen PCT/EP00/02389	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 17/03/2000	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Tag) 17/03/1999
Internationale Patentklassifikation (IPK) oder nationale Klassifikation und IPK A62B9/00		
Anmelder T.E.M.! TECHNISCHE ENTWICKLUNGEN.....et al.		

1. Dieser internationale vorläufige Prüfungsbericht wurde von der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 36 übermittelt.
2. Dieser BERICHT umfaßt insgesamt 4 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.  
  
☒ Außerdem liegen dem Bericht ANLAGEN bei; dabei handelt es sich um Blätter mit Beschreibungen, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit vor dieser Behörde vorgenommenen Berichtigungen (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsrichtlinien zum PCT).

Diese Anlagen umfassen insgesamt 7 Blätter.

3. Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:

- I ☒ Grundlage des Berichts
- II ☐ Priorität
- III ☐ Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit
- IV ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung
- V ☒ Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung
- VI ☐ Bestimmte angeführte Unterlagen
- VII ☐ Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung
- VIII ☐ Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Datum der Einreichung des Antrags  12/10/2000	Datum der Fertigstellung dieses Berichts  06.06.2001
Name und Postanschrift der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde:   Europäisches Patentamt D-80298 München Tel. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d Fax: +49 89 2399 - 4465	Bevollmächtigter Bediensteter  Schut, T  Tel. Nr. +49 89 2399 8970  

**I. Grundlage des Berichts**

1. Hinsichtlich der **Bestandteile** der internationalen Anmeldung (*Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigelegt, weil sie keine Änderungen enthalten (Regeln 70.16 und 70.17)*):  
**Beschreibung, Seiten:**

1-3,5-29                      ursprüngliche Fassung

4,4a                          eingegangen am                      07/05/2001    mit Schreiben vom                      04/05/2001

**Patentansprüche, Nr.:**

28                              ursprüngliche Fassung

1-27                          eingegangen am                      07/05/2001    mit Schreiben vom                      04/05/2001

**Zeichnungen, Blätter:**

1/4-4/4                      ursprüngliche Fassung

2. Hinsichtlich der **Sprache**: Alle vorstehend genannten Bestandteile standen der Behörde in der Sprache, in der die internationale Anmeldung eingereicht worden ist, zur Verfügung oder wurden in dieser eingereicht, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

Die Bestandteile standen der Behörde in der Sprache: zur Verfügung bzw. wurden in dieser Sprache eingereicht; dabei handelt es sich um

- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen Recherche eingereicht worden ist (nach Regel 23.1(b)).
- ☐ die Veröffentlichungssprache der internationalen Anmeldung (nach Regel 48.3(b)).
- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen vorläufigen Prüfung eingereicht worden ist (nach Regel 55.2 und/oder 55.3).

3. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale vorläufige Prüfung auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das:

- ☐ in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.
- ☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.

- ☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfassten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

4. Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:

- ☐ Beschreibung,      Seiten:  
☐ Ansprüche,      Nr.:  
☐ Zeichnungen,      Blatt:

5. ☐ Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der Änderungen erstellt worden, da diese aus den angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2(c)).

*(Auf Ersatzblätter, die solche Änderungen enthalten, ist unter Punkt 1 hinzuweisen; sie sind diesem Bericht beizufügen).*

6. Etwaige zusätzliche Bemerkungen:

**V. Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung**

1. Feststellung

Neuheit (N)	Ja: Ansprüche	1-27
	Nein: Ansprüche	
Erfinderische Tätigkeit (ET)	Ja: Ansprüche	1-27
	Nein: Ansprüche	
Gewerbliche Anwendbarkeit (GA)	Ja: Ansprüche	1-27
	Nein: Ansprüche	

2. Unterlagen und Erklärungen  
**siehe Beiblatt**

**Zu Punkt V:** Begründete Feststellung nach Regel 66.2(a)(ii) hinsichtlich der Neuheit und der erfinderischen Tätigkeit

**Anspruch 1**

EP-A-0 343 521 beschreibt eine Sensorvorrichtung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 21. Ein Filter schließt eine Gehäuseöffnung ab. Der Gegenstand des Anspruchs 1 weist jedoch eine wärmedämmende oder thermisch isolierende Diffusionschicht auf. Dies ist aus den im Recherchenbericht genannten Dokumenten nicht bekannt.

**Anspruch 8**

DE-A-44 12 447 beschreibt ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Bei diesem Verfahren wird der Temperatursollwert mittels einer Störgrößenaufschaltung zur Fehlererkennung zeitweise geändert.

In den im Recherchenbericht genannten Dokumenten gibt es keinen Hinweis dies in Abhängigkeit von der Größe oder dem zeitlichen Verhalten des Sensorsignals zu machen.

- Seite 4 neu -

Fehlalarm und die gleichzeitige Fähigkeit zur Detektion auch kleiner Konzentrationen und/oder kleiner Konzentrationsänderungen gefordert wird.

5 Aus der DE 44 12 447 A1 ist eine Sensoranordnung zur Detektion explosions-  
gefährdeter Gase mit einem Sensorelement bekannt, welches sich in einem  
Gehäuse befindet. Das Gehäuse besitzt eine mit einem gasdurchlässigen  
Filter versperrte Zutrittsöffnung, wobei das Filter mindestens eine Lage aus  
Aktivkohle aufweist. Als Sensoren kommen vorzugsweise Taguchi-Sensoren  
oder Pellistoren-Sensoren zum Einsatz. Die Signalauswertung erfolgt unter  
10 Verwendung einer Auswerteschaltung und vorzugsweise eines Mikro-  
prozessors. Zum Zwecke der Überwachung der einwandfreien Funktion des  
Sensorelementes wird dessen Heizleistung zu bestimmten Zeiten, z.B. einmal  
täglich, vorübergehend über die normale Leistung hinaus erhöht und zu  
anderen bestimmten Zeiten vorübergehend unter die normale Leistung  
15 abgesenkt.

#### Technische Aufgabe:

20 Der Erfindung liegt deshalb Aufgabe zugrunde, eine Sensorvorrichtung und  
ein Verfahren zur Detektion von in Luft, insbesondere in der Atemluft,  
enthaltenen Gasen oder Dämpfen mit hoher Sicherheit gegen Fehlalarm  
bereitzustellen, wobei auch kleine Konzentrationen und/oder kleine  
Konzentrationsänderungen detektierbar sind.

#### 25 Offenbarung der Erfindung und deren Vorteile:

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch eine Sensorvorrichtung  
zur Detektion von in Luft enthaltenen Gasen oder Dämpfen mittels eines  
Sensorelementes, das eine gassensitive Schicht aufweist und mittels einer  
Heizstruktur elektrisch beheizbar ist, und in einem Gehäuse angeordnet ist,  
30 welches das Sensorelement von außerhalb des Gehäuses stattfindenden  
Luftbewegungen abschirmt, dadurch gekennzeichnet, dass das Gehäuse eine  
Diffusionsschicht aufweist, durch welche per Diffusion ein Durchgang von Gas  
und Dampf von außen in das Innere des Gehäuses und umgekehrt möglich ist,  
und das Gehäuse und die Diffusionsschicht wärmedämmend oder thermisch  
35 isolierend ausgebildet sind.

GEÄNDERTES BLATT



- Seite 4a neu -

Ein Verfahren zum Betreiben eines Sensorelementes zur Detektion von in Luft enthaltenen Gasen oder Dämpfen, das eine gassensitive Schicht aufweist und mittels einer Heizstruktur elektrisch beheizbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Temperatur des Sensorelementes geregelt wird und  
5 der Temperatursollwert in Abhängigkeit von der Größe oder dem zeitlichen Verhalten des Sensorsignals mittels einer Störgrößenaufschaltung zumindest zeitweise verändert wird.

Anwendungen sind u.a. der Schutz von Menschen, die Atemschutz-  
10 Ausrüstungen (z.B. Atemschutz-Masken) benutzen. Eine weitere Anwendung besteht in der Überwachung von Klima- und Lüftungsanlagen in Bezug auf die (unerwünschte) Anwesenheit von Gasen und Dämpfen. Weiter kann mit erfindungsgemäßen Gasdetektoren die Lüftung von Fahrzeugen derart gesteuert werden, daß die Lüftung unterbrochen wird, wenn außerhalb des

15

GEÄNDERTES BLATT

- Seite 30 neu -

Patentansprüche:

1. Sensorvorrichtung zur Detektion von in Luft enthaltenen Gasen oder  
5 Dämpfen mittels eines Sensorelementes, das eine gassensitive Schicht aufweist und mittels einer Heizstruktur elektrisch beheizbar ist, und in einem Gehäuse (40) angeordnet ist, welches das Sensorelement (11) von außerhalb des Gehäuses (40) stattfindenden Luftbewegungen abschirmt, dadurch gekennzeichnet,  
10 dass das Gehäuse (40) eine Diffusionsschicht (47) aufweist, durch welche per Diffusion ein Durchgang von Gas und Dampf von außen in das Innere des Gehäuses (40) und umgekehrt möglich ist, und das Gehäuse (40) und die Diffusionsschicht (47) wärmedämmend oder thermisch isolierend ausgebildet sind.  
15
2. Sensorvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Diffusionsschicht (47) aus einem Sintermaterial mit glasartiger oder metallischer Struktur besteht.
- 20 3. Sensorvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Diffusionsschicht aus einer gasdurchlässigen Kunststoffolie besteht.
4. Sensorvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Sensorelement (11) ein Metalloxidsensor ist.  
25
5. Sensorvorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Kunststoffolie aus Teflon (PTFE) besteht.
6. Sensorvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,  
30 dass das Sensorelement (11) zu seiner elektrischen Beheizung eine Heizstruktur (32) aufweist.
7. Sensorvorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet,  
35 dass die Heizstruktur (32) eine strukturierte Platinschicht ist.

- Seite 31 neu -

8. Verfahren zum Betreiben eines Sensorelementes zur Detektion von in Luft enthaltenen Gasen oder Dämpfen, das eine gassensitive Schicht aufweist und mittels einer Heizstruktur elektrisch beheizbar ist,

5 dadurch gekennzeichnet,

dass die Temperatur des Sensorelementes (11) geregelt wird und der Temperatursollwert in Abhängigkeit von der Größe oder dem zeitlichen Verhalten des Sensorsignals mittels einer Störgrößenaufschaltung zumindest zeitweise verändert wird.

10

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet,

dass das Sensorsignal mit einem aus zeitlich zurückliegenden Sensorsignalen gleitend oder adaptiv gebildeten Referenzwert verglichen wird, wobei die Differenz zwischen Sensorsignal und Referenzwert und/oder das zeitliche Verhalten dieser Differenz zur Auslösung eines Schaltsignals herangezogen wird.

15

10. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet,

dass der mit einem Temperaturkoeffizienten behaftete elektrische Widerstand der Heizstruktur (32) als Regelgröße für die Temperatur des Sensorelementes (11) verwendet wird.

20

11. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet,

dass die Temperatur der gassensitiven Schicht (33) nicht konstant gehalten wird, sondern in Abhängigkeit vom zeitlichen Verhalten des Sensorsignals eine die Temperatur der gassensitiven Schicht (33) erhöhende Störgrößenaufschaltung so erfolgt, daß anhand des zeitlichen Verhaltens des Sensorsignals solche Störeinflüsse, die durch Änderungen der physikalischen Umgebungsbedingungen verursacht sind, von solchen Einflüssen, die durch eine Änderung der Gaszusammensetzung oder Gaskonzentration verursacht sind, unterscheidbar sind.

25

30

12. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet,

daß mittels der Störgrößenaufschaltung die Heizleistung durch das Sensorsignal kurzzeitig so beeinflusst wird, daß eine Änderung des

35

- Seite 32 neu -

Sensorsignals, die durch eine Änderung der Luftfeuchte oder einer Änderung der Lufttemperatur verursacht wird, schneller und/oder in einem stärkeren Ausmaß kompensiert wird als eine Änderung des Sensorsignals, die durch eine Änderung der Gaskonzentration verursacht wird.

5

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß eine Änderung des Sensorsignals, die durch eine Änderung der Luftfeuchte oder einer Änderung der Lufttemperatur verursacht wird, von einer Änderung des Sensorsignals, die durch eine Änderung der Gaskonzentration verursacht wird, anhand des jeweils unterschiedlichen zeitlichen Verhaltens des Sensorsignals unterscheidbar ist.

14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Unterscheidung zwischen Änderung des Sensorsignals, die durch eine Änderung der Luftfeuchte oder einer Änderung der Lufttemperatur verursacht wird, und einer Änderung des Sensorsignals, die durch eine Änderung der Gaskonzentration verursacht wird, mittels geeigneter Software automatisch erfolgt.

15. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass aus zeitlich zurückliegenden Sensorsignalen ein Mittelwert gebildet und aus diesem ein zur Auslösung eines Schaltsignals heranziehbarer Referenzwert für das jeweils aktuelle Sensorsignal gebildet wird, wobei für den Zeitraum der Störgrößenaufschaltung die Mittelwertbildung ausgesetzt wird.

16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass zur Bildung des Referenzwertes die Kennlinie des Sensorelementes berücksichtigt wird.

17. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass zur Detektion oxidierbarer Luftinhaltsstoffe für den Zeitraum, in dem der aktuelle Sensorwert kleiner als der aus dem Mittelwert gebildete Referenzwert ist, die Mittelwertbildung aussetzt und der alte Referenzwert beibehalten wird.

- Seite 33 neu -

18. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet,  
dass zur Detektion reduzierbarer Luftinhaltsstoffe für den Zeitraum, in dem  
der aktuelle Sensorwert größer als der aus dem Mittelwert gebildete  
5 Referenzwert ist, die Mittelwertbildung aussetzt und der alte Referenzwert  
beibehalten wird.

19. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet,  
daß der zur Bildung des Mittelwertes berücksichtigte Mittelungszeitraum  
10 variabel ist.

20. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet,  
daß die Bildung des Referenzwertes durch Berücksichtigung zeitlich  
vorausgegangener Sensorsignale erfolgt, wobei die Länge des hierbei  
15 berücksichtigten Zeitraumes variabel ist.

21. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet,  
daß die Bildung des Referenzwertes durch Berücksichtigung zeitlich  
vorausgegangener Referenzwerte erfolgt, wobei die Länge des hierbei  
20 berücksichtigten Zeitraumes variabel ist.

22. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 21, dadurch gekennzeichnet,  
daß die Länge des berücksichtigten Zeitraumes vom zeitlichen Verhalten des  
Sensorsignals abhängt.  
25

23. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet,  
daß das Sensorsignal zugleich über zwei unterschiedliche Zeiträume gemittelt  
wird, wobei von dem über den längeren Zeitraum gebildeten Mittelwert ein  
bestimmter Betrag oder abgezogen wird und ein Schaltsignal ausgelöst wird,  
30 wenn der über den kürzeren Zeitraum gebildete Mittelwert kleiner wird als  
der sich durch Mittelung über den längeren Zeitraum und Abzug des  
bestimmten Betrages ergebende Wert.

- Seite 34 neu -

24. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet,  
dass die Temperatur der Heizstruktur periodisch vorübergehend erhöht wird  
und die Sensorsignale vor, während und nach jeder Temperaturerhöhung zur  
qualitativen Ermittlung einer Anwesenheit zusätzlicher oxidierbarer bzw.  
5 reduzierbarer Luftinhaltsstoffe verglichen werden.

25. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet,  
daß die Änderung der Impedanz der gassentiven Schicht (33) zur Bildung  
eines Sensorsignals benutzt wird.

10

26. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet,  
daß die Änderung des elektrischen Widerstandes der gassentiven Schicht (33)  
zur Bildung eines Sensorsignals benutzt wird.

15 27. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet  
daß für den Referenzwert zusätzlich eine untere Schranke festgelegt ist, die  
der Referenzwert niemals unterschreiten kann und die durch sensorbedingte  
Schwankungen nicht erreicht wird, wobei die Gaskonzentration, die diesem  
Sensorsignal zugeordnet werden kann, keine dauerhaften Schäden auf den  
20 Menschen hat bzw. sich im Falle einer z.B. Überwachung von Explosions-  
grenzen in weitem Sicherheitsabstand zur Explosionsgrenze befindet.

GEÄNDERTES BLATT

(51) Internationale Patentklassifikation 7 : A62B 9/00, G01N 33/00		A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 00/54841
			(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 21. September 2000 (21.09.00)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP00/02389		(74) Anwalt: MIERSWA, Klaus; Friedrichstrasse 171, D-68199 Mannheim (DE).	
(22) Internationales Anmeldedatum: 17. März 2000 (17.03.00)			
(30) Prioritätsdaten: 199 11 869.8 17. März 1999 (17.03.99) DE 199 11 867.1 17. März 1999 (17.03.99) DE		(81) Bestimmungsstaaten: DE, JP, KR, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).	
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): T.E.M.! TECHNISCHE ENTWICKLUNGEN UND MANAGEMENT GMBH [DE/DE]; Kirchenweg 15, D-63840 Hausen (DE).		Veröffentlicht Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.	
(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): RUMP, Hanns [DE/DE]; Kirchenweg 15, D-63840 Hausen (DE). KIESEWETTER, Olaf [DE/DE]; Neue Sorge 32a, D-98716 Gschwenda (DE). KLEIN, Rainer [DE/DE]; Lindengasse 6, D-74821 Mosbach-Neckarelz (DE). SUPPLY, Carsten [DE/DE]; Kreisstrasse 4, D-44267 Dortmund (DE). SCHOCKEN-BAUM, Heinz-Walter [DE/DE]; Friedrich-Liszt-Strasse 7, D-59425 Unna (DE). VOSS, Wolfgang [DE/DE]; Bleichstrasse 18, D-58638 Iserlohn (DE). GERHART, Jessica [DE/DE]; Kirchenweg 15, D-63840 Hausen (DE).			
(54) Title: SENSOR DEVICE AND METHOD OF DETECTING GASES OR FUMES IN AIR			
(54) Bezeichnung: SENSORVORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR DETEKTION VON IN LUFT ENTHALTENEN GASEN ODER DÄMPFEN			
(57) Abstract			
<p>The invention relates to a sensor device comprising a sensor element for detecting gases and fumes in air, as well as to a method of operating such a sensor system. The sensor element is preferably a heated metal-oxide sensor having a heating structure and a gas-sensing layer whose temperature can be kept constant by means of the heating structure and a control device. To protect it against air currents the sensor element is positioned in a preferably heat-insulated casing into which gas is able to penetrate by passing through a gas-permeable diffusion layer. According to a method provided for by the invention the resistance of the heating structure, which serves as a measure of the temperature of the gas-sensing layer, is used as a reference for temperature control. The temperature of the sensor element is influenced in a targeted fashion by the addition of other disturbance quantities to the control quantity "sensor temperature". Evaluation is carried out by comparison of the current sensor signal with a reference value which is formed from the weighted average signal of the sensor values and can be adjusted to the prevailing situation.</p>			
(57) Zusammenfassung			
<p>Die Erfindung betrifft eine Sensorvorrichtung mit einem Sensorelement zur Detektion von Gasen und Dämpfen in Luft, sowie ein Verfahren zum Betreiben eines solchen Sensorsystems. Das Sensorelement ist bevorzugt ein beheizter Metalloxid-Sensor mit Heizstruktur und gassensitiver Schicht, deren Temperatur mittels der Heizstruktur und einer Regeleinrichtung konstant gehalten werden kann. Das Sensorelement ist zum Schutz vor Luftströmungen in einem vorzugsweise wärmedämmenden Gehäuse angeordnet, in welches Gas durch eine gasdurchlässige Diffusionsschicht hindurchtreten kann. Bei einem erfindungsgemäßen Verfahren wird der Widerstand der Heizstruktur, der ein Maß für die Temperatur der gassensitiven Schicht ist, als Temperatur-Referenz für die Regelung genutzt. Die Temperatur des Sensorelements wird gezielt beeinflusst, indem der Regelgröße "Sensortemperatur" weitere Störgrößen hinzugefügt werden. Die Auswertung erfolgt durch Vergleich des jeweils aktuellen Sensorsignals mit einem Referenzwert, der aus dem gewichteten Durchschnittssignal der Sensorwerte gebildet wird und der sich an die jeweilige Situation adaptiert.</p>			

### LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland			TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MN	Mongolei	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauretanien	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko		
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CM	Kamerun			PL	Polen		
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		



Sensorvorrichtung und Verfahren zur Detektion von  
in Luft enthaltenen Gasen oder Dämpfen

Technisches Gebiet:

- 5 Die Erfindung betrifft eine Sensorvorrichtung und ein Verfahren zur Detektion von in Luft enthaltenen Gasen oder Dämpfen mittels eines elektrisch beheizbaren Sensorelementes, z.B. zur Detektion von Gasen und Dämpfen in der Atemluftführung einer Gasmaske.

10

Stand der Technik

- Für den Aufbau von Gas-Sensorsystemen und insbesondere für die sensor-technische Überwachung von Atemschutzmasken sind u.a. folgende Druck-schriften bekannt: DE 3 613 512; EP 0 447 619; EP 0 535 385; GB 2 266 467;  
15 DE 4 132 680; EP 0 410 071; EP 0 343 521; WO 9612523. Die dem Stand der Technik entnehmbare Lehre benutzt unterschiedliche Sensor-Technologien:

1. Elektrochemische Zellen: Nachteilig beim Einsatz elektrochemischer Gasdetektionszellen ist, dass diese Zellen mehr oder weniger selektiv auf  
20 einige Gase reagieren. Die Anwendung dieser Zellen setzt daher voraus, dass im Wesentlichen nur ein Gas detektiert werden muss, welches zudem bekannt sein muss. In der Praxis wird als nachteilig bewertet, dass bei verschiedenen potentiellen gefährlichen Gasen (z.B. in der chemischen Industrie) diese Methode auf Grund dieser Beschränkung fragwürdig ist. Im übrigen ist die  
25 Lebensdauer elektrochemischer Zellen begrenzt. Die Zellen sind sehr teuer.

2. Farbumschlagsreaktionen, wie sie aus den im Handel befindlichen Prüfröhrchen bekannt sind. Ein Nachteil dieser Sensorik ist ihre starke Selektivität. Dies setzt voraus, dass man die zu überwachenden Gase kennt.  
30 Ein weiterer Nachteil ist, dass die zur Farbumschlagsdetektion verwendeten chemischen Reaktionen häufig nicht reversibel sind, es handelt sich also um Einwegsensoren, die vor jedem Einsatz speziell ausgewählt werden müssen und anschliessend nicht wieder verwendet werden können.

- 35 3. Metall-Oxid-Sensoren nach dem Taguchi-Prinzip: Der Vorteil dieser Sensoren ist, dass sie auf alle gas- und dampfförmigen Substanzen in der Luft

reagieren, welche oxidierbar oder reduzierbar sind. Je nach Zusammensetzung der gassensitiven Schicht wird durch oxidierbare Substanzen z.B. der elektrische Widerstand verringert. Reduzierbare Substanzen erhöhen in diesem Fall den elektrischen Widerstand. Der Nachteil ist, dass die Sensoren  
5 beheizt werden müssen, was Energie verbraucht und dem Betrieb des Sensorsystems mit Batterien enge Grenzen setzt. Ein weiterer Nachteil ist die erhebliche Drift des Sensorwertes in Normalluft, z.B. wenn sich die Lufttemperatur und/oder die Luftfeuchte ändern.

10 Jeder Taguchisensor weist als gassensitive Schicht einen elektrischen Halbleiter auf. Alle Halbleiter ändern z.B. ihren Widerstand u.a. mit der Temperatur. Zusätzlich ändern sich mit der Temperatur die Reaktionsgeschwindigkeit und Empfindlichkeit des Sensorelementes in Bezug auf die Zielgase, so dass sich die Kennlinien gegenüber den verschiedenen Gasen bei  
15 unterschiedlichen Temperaturen erheblich voneinander unterscheiden können. Aus diesen Gründen ist es notwendig, die Temperatur der gassensitiven Halbleiterschicht in engen Grenzen stabil zu halten

Selbst wenn die Temperatur der Heizstruktur völlig konstant gehalten  
20 werden könnte, wäre damit trotzdem keine unter allen Umständen konstante Temperatur der gassensitiven Schicht erreichbar, weil der Temperaturgradient zwischen dieser und der umgebenden Luft sehr groß ist und durch die vom Sensorelement durch Strahlung und konvektiv abgegebenen Wärme beeinflusst wird. Die vom Sensorelement an die  
25 Umgebung abgegebene Wärmeenergie ist zum einen eine Funktion des Temperaturgradienten, andererseits eine Funktion der Strömungsgeschwindigkeit der Luft relativ zum Sensorelement.

Daher wird man trotz aufwendiger elektronischer Regelungen in der Praxis  
30 immer erhebliche Schwankungen des Sensorwiderstandes in Normalluft feststellen, was in der Vergangenheit den Einsatz von Halbleitersensoren erheblich eingeschränkt hat, da der Grundwiderstand der gassensitiven Schicht mit der Temperatur massiv schwankt.

Es ist bekannt, Sensorsignale derart auszuwerten, daß die aktuellen Signale des Sensors mit einem über eine bestimmte Zeit gebildeten Mittelwert vorausgegangener Sensorsignale verglichen werden. D.h., es wird die Differenz zwischen aktuellem Signal und Mittelwert ausgewertet.  
5 Beispielsweise kann ein Schaltsignal ausgelöst werden, wenn der Betrag dieser Differenz einen bestimmten Wert übersteigt.

Treten plötzlich Ereignisse auf, auf die der Sensor anspricht, lassen sich diese mit dieser Methode sehr gut detektieren. Langsame und/oder nur kleine  
10 Änderungen des Sensorwiderstandes führen dagegen zu keinen Auswertungen bzw. Schaltsignalen.

Langsame Änderungen des aktuellen Sensorsignals, die entweder durch ein Driftverhalten des Sensors selbst oder aber durch eine Änderung der  
15 Konzentration einer Dampf- oder Gasbeimengung in der Umgebungsluft verursacht sein können, werden ignoriert.

Hingegen wird beim Auftreten von plötzlichen Konzentrationserhöhungen oxidierbarer Gase in der Umgebungsluft zuverlässig ein Schaltsignal  
20 generiert.

In vielen Fällen ist es aber sehr wichtig, daß auch ein langsamer Anstieg von Gaskonzentrationen sicher detektiert wird. Dies ist z.B. wichtig bei der Überwachung von Atemschutzmasken, weil z.B. bei der Sättigung des Filters  
25 dieser typisch nicht plötzlich seine Funktion verliert, sondern die Abscheideleistung des Filters meistens schleichend schlechter wird. Auch könnte sich die Konzentration toxischer Gase sehr langsam erhöhen, was auf jeden Fall detektiert werden muß. Die oben erläuterte Methode der Signalauswertung kann aus den erwähnten Gründen hierfür nicht ohne  
30 weiteres angewandt werden.

Der derzeitige Stand der Technik gibt keine brauchbare Lehre an, wie trotz der offenkundigen Stabilitäts-Nachteile der Taguchi-Sensoren diese in Applikationen genutzt werden können, in welchen Sicherheit gegenüber

Fehlalarm und die gleichzeitige Fähigkeit zur Detektion auch kleiner Konzentrationen und/oder kleiner Konzentrationsänderungen gefordert wird.

Technische Aufgabe:

- 5 Der Erfindung liegt deshalb Aufgabe zugrunde, eine Sensorvorrichtung und ein Verfahren zur Detektion von in Luft, insbesondere in der Atemluft, enthaltenen Gasen oder Dämpfen mit hoher Sicherheit gegen Fehlalarm bereitzustellen, wobei auch kleine Konzentrationen und/oder kleine Konzentrationsänderungen detektierbar sind.

10

Offenbarung der Erfindung und deren Vorteile:

- Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch eine Sensorvorrichtung zur Detektion von in Luft enthaltenen Gasen oder Dämpfen mittels eines Sensorelementes, das eine gassensitive Schicht aufweist und mittels einer Heizstruktur elektrisch beheizbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass das Sensorelement in einem Gehäuse angeordnet ist, welches das Sensorelement von außerhalb des Gehäuses stattfindenden Luftbewegungen abschirmt, wobei das Gehäuse eine Diffusionsschicht aufweist, durch welche per Diffusion ein Durchgang von Gas und Dampf von außen in das Innere des Gehäuses und umgekehrt möglich ist.
- 15
- 20

- Verfahren zum Betreiben eines Sensorelementes zur Detektion von in Luft enthaltenen Gasen oder Dämpfen, das eine gassensitive Schicht aufweist und mittels einer Heizstruktur elektrisch beheizbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Temperatur des Sensorelementes geregelt wird und der Temperatursollwert in Abhängigkeit von der Größe oder dem zeitlichen Verhalten des Sensorsignals mittels einer Störgrößenaufschaltung zumindest zeitweise verändert wird.
- 25

- Anwendungen sind u.a. der Schutz von Menschen, die Atemschutz-Ausrüstungen (z.B. Atemschutz-Masken) benutzen. Eine weitere Anwendung besteht in der Überwachung von Klima- und Lüftungsanlagen in Bezug auf die (unerwünschte) Anwesenheit von Gasen und Dämpfen. Weiter kann mit erfindungsgemäßen Gasdetektoren die Lüftung von Fahrzeugen derart gesteuert werden, daß die Lüftung unterbrochen wird, wenn außerhalb des
- 30
- 35

Fahrzeuges Gaskonzentrationen detektiert wird. Weiter kann mit erfindungsgemäßen Gasdetektoren die Lüftung von Räumen oder Gebäuden bedarfsgerecht derart erfolgen, daß die Lüftungsrate an die Konzentration z.B. organischer Luftinhaltsstoffe (Gase, Dämpfe) gekoppelt ist. Weiter kann mit  
5 den erfindungsgemäßen Gasdetektoren die Überwachung der Luft in Hinblick auf zündfähige bzw. explosionsgefährdete Gas-Luftgemische erfolgen.

Der in dieser Erfindung angegebene Sensor der Sensorvorrichtung ist ein Taguchi-Sensor, der – wie jeder Taguchisensor – als gassensitive Schicht  
10 einen elektrischen Halbleiter aufweist.

Aus diesem Grunde ist es notwendig, die Temperatur der gassensitiven Halbleiterschicht in engen Grenzen stabil zu halten. Zu diesem Zweck sind bereits Temperatur-Regelungen von Sensoren bekannt, wobei einige nutzen  
15 die Tatsache ausnutzen, dass die Sensoren Heizungsstrukturen aus Platin oder einem anderen Material mit ausgeprägtem Temperatur-Koeffizienten aufweisen. Dem Fachmann sind Methoden bekannt, wie derartige Heizer so angesteuert werden können, dass der Widerstand des Heizers als IST-Referenz eingesetzt wird.

20

Das Sensorelement weist ein Sensorsubstrat, eine gassensitive Schicht und eine zwischen diesen angeordnete Heizstruktur auf. Die Heizstruktur wird elektrisch über einen Aussenwiderstand angesteuert, welcher so dimensioniert ist, dass der Stromfluss das Sensorelement keinesfalls auf die  
25 Soll-Temperatur aufheizen wird. Vielmehr wird periodisch von einem zentralen Steuer- und Regelgerät, vorteilhaft als Mikrocontroller ausgebildet, über eine Steuerleitung ein Impuls auf einen Schaltbaustein gegeben, welcher einen energiereichen Schaltimpuls an die Heizstruktur abgibt. Außenwiderstand und Heizstruktur bilden einen Spannungsteiler.

30

Nach Abschalten dieses Impulses wird diejenige Spannung über einen ersten A/D-Wandler gemessen, die am Spannungsteiler zwischen Heizstruktur und Außenwiderstand abgegriffen wird.

Ist die Spannung zu hoch, wird bei den nächsten Perioden der Heizimpuls oder die Anzahl der Heizimpulse verkürzt. Sollte die Spannung hingegen zu klein sein, wird bei den nächsten Perioden der Heizimpuls oder die Anzahl der Heizimpulse verlängert.

5

Die Impedanz der gassensitiven Schicht des Sensorelementes wird mit dem zentralen Steuer- und Regelgerät, geeigneter Software und einem zweiten A/D-Wandler, der an die gassensitive Schicht angeschlossen ist, gemessen und steht damit als Signal zur Auswertung zur Verfügung. Im einfachsten Fall  
10 wird hierbei lediglich der ohmsche Widerstand gemessen.

Selbst wenn die Temperatur der Heizstruktur völlig konstant wäre, kann damit trotzdem keine unter allen Umständen konstante Temperatur der gassensitiven Schicht erreicht werden, weil der Temperaturgradient zwischen  
15 dieser und der umgebenden Luft sehr groß ist und durch die vom Sensorelement durch Strahlung und konvektiv abgegebenen Wärme beeinflusst wird. Die vom Sensorelement an die Umgebung abgegebene Wärmeenergie ist zum einen eine Funktion des Temperaturgradienten, andererseits eine Funktion der Strömungsgeschwindigkeit der Luft relativ  
20 zum Sensorelement.

Daher wird man trotz aufwendiger elektronischer Regelungen in der Praxis immer erhebliche Schwankungen des Sensorwiderstandes in Normalluft feststellen, was in der Vergangenheit den Einsatz von Halbleitersensoren  
25 erheblich eingeschränkt hat, da der Grundwiderstand der gassensitiven Schicht mit der Temperatur massiv schwankt.

Eine erfindungsgemäße Sensorvorrichtung weist daher ein Sensorelement auf, das in einem Gehäuse angeordnet ist, welches lufttechnisch verschlossen  
30 ist und Luftbewegungen außerhalb des Gehäuses keinen Zutritt zum beheizten Sensorelement gestattet. Das Gehäuse ist bevorzugt so ausgebildet, daß sein Innenraum thermisch gegen die Umgebung isoliert ist.

In dem Gehäuse bildet sich nach einiger Zeit ein thermisches Gleichgewicht  
35 zwischen der Heizstruktur, dem Sensorsubstrat als Wärmespeicher und der

gassensitiven Schicht aus, weil auch die Luft in deren Umgebung auf ein höheres Niveau aufgeheizt und der Temperaturgradient zwischen Luft und Sensorelement damit verkleinert wird. Die durch den Temperaturgradienten zwischen Luft und Sensorelement verursachten unerwünschten Schwankungen des Sensorwiderstandes werden auf diese Weise  
5 erfindungsgemäß wesentlich reduziert.

Das Gehäuse weist erfindungsgemäß eine semipermeable Diffusionsschicht auf, welche für Luftströmungen praktisch undurchlässig ist, jedoch von  
10 diffundierenden Luft- und Gasteilchen durchdrungen werden kann. Erfindungsgemäß diffundieren somit aufgrund der unterschiedlichen Partialdrücke innerhalb und außerhalb des Gehäuses Gase durch die Diffusionsschicht in das Gehäuse hinein oder aus ihm hinaus, wobei jedoch eine Luftzirkulation durch die Diffusionsschicht hindurch praktisch  
15 unterbunden ist. Aufgrund von Luftbewegungen durch die semipermeable Diffusionsschicht hindurch induzierte Wärmeströme sind daher ausgeschlossen oder zumindestens sehr stark eingeschränkt.

In einer bevorzugten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Sensorvorrichtung ist das Gehäuse einschließlich der Diffusionsschicht  
20 wärmedämmend und/oder thermisch isolierend ausgebildet.

Hierdurch wird in Kombination mit einer sehr exakten Heizungs-Regelung erreicht, daß sich in einem sehr weiten Temperaturbereich keinerlei  
25 Auswirkungen der Umgebungstemperatur auf den Sensorwiderstand in Normalluft mehr zeigen.

Ein weiterer Vorteil ist, daß sich der Energiebedarf des Sensorelementes durch die erfindungsgemäße wärmedämmende und/oder thermisch isolierte  
30 Ausbildung des Gehäuses und der Diffusionsschicht erheblich verringern läßt, was beim Betrieb mit Batterien sehr wichtig und vorteilhaft ist.

Wie oben bei der Erläuterung des Standes der Technik bereits erwähnt, ist es bekannt, die Differenz zwischen aktuellem Signal und Mittelwert  
35 auszuwerten. Treten plötzlich Ereignisse auf, auf die der Sensor anspricht,

lassen sich diese mit dieser Methode sehr gut detektieren. Langsame und/oder nur kleine Änderungen des Sensorwiderstandes führen dagegen zu keinen Auswertungen bzw. Schaltsignalen. Das aktuelle Sensorsignal wird über eine bestimmte Zeit gemittelt und mit einem konstanten Wert addiert, so daß sich  
5 ein im Mittel geringfügig oberhalb des Sensorsignals liegendes gemitteltes Signal ergibt, das als Referenzsignal 52 herangezogen wird. Treten Ereignisse auf, die den Wert des aktuellen Sensorsignals auf Werte oberhalb des Referenzsignals verändern, wird ein Schaltsignal ausgelöst. Langsame Änderungen des aktuellen Sensorsignals werden ignoriert. Hingegen wird  
10 beim Auftreten von plötzlichen Konzentrationserhöhungen oxidierbarer Gase in der Umgebungsluft zuverlässig ein Schaltsignal generiert.

In vielen Fällen ist es aber sehr wichtig, daß auch ein langsamer Anstieg von Gaskonzentrationen sicher detektiert wird, z.B. wenn sich die Konzentration  
15 toxischer Gase sehr langsam erhöht, was auf jeden Fall detektiert werden muß. Das erläuterte Verfahren kann daher nicht ohne weiteres angewandt werden.

In einem erfindungsgemäßen Verfahren zum Betreiben einer erfindungsgemäßen Sensorvorrichtung wird die Heizleistung durch eine zusätzliche  
20 Größe (zur Temperatur) beeinflusst. Regelungstechnisch gesehen wird dadurch eine Störgrößen-Aufschaltung vorgenommen.

Dieser erfindungsgemäßen Idee liegt die Beobachtung zugrunde, daß  
25 Änderungen der elektrischen Parameter der gassensitiven Sicht des Sensorelementes (Widerstand, Kapazität, Induktivität) sowohl vom Angebot oxidierbarer oder reduzierbarer Gase stammen als auch das Ergebnis von Schwankungen der Luftfeuchte oder der Temperatur sein können.

Im Nachfolgenden sei der Einfachheit halber nur die Detektion oxidierbarer  
30 Gase beschrieben. Reduzierbare Gase verhalten sich prinzipiell invers, erhöhen also z.B. den Sensorwiderstand, wogegen oxidierbare Gase diesen verkleinern. Die Erfindung sinngemäß, wenn auch invers, auch für reduzierbare Gase anwendbar.



Im folgenden wird ein erfindungsgemäßes Verfahren erläutert. Zu Beginn gibt der Sensor in Normalluft bei einer bestimmten Heizleistung ein aktuelles Sensorsignal ab. Anschließend wird der Sensor mit einem Gasimpuls von bestimmter Zeitdauer beaufschlagt.

5

Bei unbeeinflusster Heizleistung kommt das aktuelle Sensorsignal nach Ende des Gasimpulses erst nach längerer Zeit auf den Ausgangswert zurück. Eine Heizleistung mit Störgrößen-Aufschaltung führt hingegen zu einem durch die Heizleistung beeinflussten aktuellen Sensorsignal, welches schneller auf den  
10 Ausgangswert zurückkommt. Wird die Heizleistung immer dann z.B. proportional im Sinne einer Temperaturerhöhung nachgeführt, wenn das aktuelle Sensorsignal eine Änderung durchläuft, kommt das aktuelle Sensorsignal signifikant schneller auf den Ausgangswert zurück.

15 Wesentlich ist, daß im Falle einer tatsächlich am Sensor anstehenden Gaskonzentration die Reaktionen der gassensitiven Schicht mit dem Gas auf jeden Fall stattfinden. Die Temperaturempfindlichkeit des Sensorsignals wird durch die Einwirkung des Gases verringert. Die durch die Temperaturnachführung bewirkte Änderung des Sensorsignals ist daher während des  
20 Gasimpulses geringer als vor oder nach dem Gasimpuls. Mit anderen Worten: das Sensorsignal reagiert während des Gasimpulses nur relativ schwach auf eine Änderung der Heizleistung und damit auf die Störgrößenaufschaltung. Die gasinduzierte Verminderung des aktuellen Sensorsignals nimmt daher bei Nachführung der Heizleistung annähernd den gleichen Verlauf wie bei einer  
25 ansonsten identischen Versuchsanordnung ohne Temperaturnachführung.

Wird die Reaktion des aktuellen Sensorsignals jedoch von z.B. einer Änderung der Luftfeuchte oder einer Änderung der Lufttemperatur verursacht, so ändert sich die Temperaturempfindlichkeit des Sensorsignals nicht oder nur  
30 wenig. Eine Änderung der Luftfeuchte oder einer Änderung der Lufttemperatur haben daher bei unbeeinflusster Heizleistung erheblichen und anhaltenden Einfluß auf das aktuelle Sensorsignal.

Wenn jedoch bereits bei Beginn einer solchen Einwirkung die Heizleistung  
35 nachgeführt wurde, ist die durch die Temperaturnachführung bewirkte

- Beeinflussung des Sensorsignals deutlich größer als im Falle eines Gasimpulses. Sinnvoll ist auch die Überwachung der unteren Explosionsgrenzen zum Schutz vor Unfällen nach Gas-Leckagen. Mit anderen Worten: das Sensorsignal reagiert stark auf eine Änderung der Heizleistung und damit auf die Störgrößenaufschaltung. Daher ist die aufgrund einer Änderung der Luftfeuchte oder einer Änderung der Lufttemperatur verursachte Veränderung des Sensorwertes nicht nur viel geringer, sondern auch zeitlich deutlich kürzer als im Fall einer unbeeinflussten Heizleistung.
- 10 Erfindungsgemäß ist daher die Heizungsregelung des Sensors so ausgelegt, daß die Führungsgröße des Heizungsreglers die Temperatur ist, und daß eine Störgröße auf die Regelung aufgeschaltet wird, die sich aus der Abweichung des aktuellen Sensorsignals von einem Normalwert bei Normalluft ableitet.
- 15 Sowohl die Signalverarbeitung als auch die Heizungsregelung können vorteilhaft durch einen einzigen Singlecircuit-Controller ( $\mu\text{C}$ ) gesteuert werden.

Das vorteilhafte Ergebnis einer Kombination aus

- 20 a. einer Anordnung des Sensorelementes in einem vorzugsweise thermisch isolierten bzw. wärmedämmenden Gehäuse mit thermisch isolierender bzw. wärmedämmender Diffusionsschicht, durch die ein Gaszutritt zum Sensorelement ohne Luftbewegung durch Diffusion erfolgen kann,
- b. einem diffusionsbedingten Gaszutritt zum Sensor ohne Luftbewegung,
- 25 c. einer Heizung des Sensorelementes durch Regelung der Temperatur, wobei dem Regelkreis als Störgröße die relative Abweichung des aktuellen Sensorwiderstandes vom Widerstand des Sensorelementes unter Normalbedingungen aufgeschaltet wird,
- besteht darin, daß das Sensorsignal schnell und fast ausschließlich dem
- 30 faktischen Gehalt an oxidierbaren Luftinhaltsstoffen folgt und weitaus weniger Drifterscheinungen als bisher bekannt aufweist.

Wird eine Auswertung vorgenommen, die den aktuellen Sensorwert mit einem über die Zeit ermittelten Durchschnittswert vergleicht, kann dann von

35 deutlich geringeren Schwankungen des Sensorsignals unter

Normalbedingungen ausgegangen werden, insbesondere dann, wenn das System nach einiger Zeit stabil geworden ist.

5 In einer Ausführungsform der Erfindung ist daher die Zeitspanne, über die der Mittelwert der aktuellen Sensorsignale gebildet wird, um als Vergleichswert zum aktuellen Sensorwert zu dienen, nicht konstant, sondern nimmt im Laufe der Betriebszeit des Systems immer weiter zu.

10 Der erste Vergleichswert wird aus dem Mittelwert über einen relativ kurzen Zeitraum gewonnen, weil das System unmittelbar nach dem Einschalten zwangsläufig hohen eigendynamischen Schwankungen unterliegt. Nach der Einschaltphase wird diese Zeitspanne erhöht und diese erreicht schließlich im eingeschwungenen Zustand eine wesentlich längere Integrationszeit. Da der Mittelwert prinzipiell genau mit dem aktuellen Sensorsignal zusammenfallen  
15 kann, wird vom errechneten Durchschnittswert ein bestimmter Betrag abgezogen, um den sogenannten Referenzwert zu bilden.

In einer bevorzugten Ausführungsvariante ist der in Abzug zu bringende Betrag in der Anfangsphase sehr groß, so daß der Referenzwert einen großen  
20 Abstand zum Sensorwert hat. Dies ist wichtig, um zu verhindern, daß im nicht-eingeschwungenen Zustand Signale ausgelöst werden, obwohl keine signifikante Gaskonzentrationsänderung auftritt. Im weiteren zeitlichen Verlauf wird der Betrag sukzessive verkleinert, so daß im eingeschwungenen Zustand sich der Referenzwert immer mehr dem Sensorwert annähert.

25 Es können weitere Verfeinerungen eingeführt werden. In einer weiteren Ausführungsvariante des erfindungsgemäßen Verfahrens wird der Referenzwert nach heftigen gasinduzierten Sensorreaktionen wieder auf einen größeren Abstand zum Sensorwert gebracht, weil erfahrungsgemäß  
30 heftige Reaktionen des Sensors zu zeitweilig instabilen Sensorverhältnissen führen.

In einer weiteren Ausführungsvariante des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die Berechnung des Durchschnittswertes wieder über kürzere Zeiträume  
35 vorgenommenen, wenn eine gasinduzierte starke Sensorsignaländerung

eingetreten ist." In einer weiteren Ausführungsvariante wird die Berechnung des Durchschnittswertes für denjenigen Zeitraum ausgesetzt, in dem eine gasinduzierte Sensorsignaländerung auftritt.

- 5 Trotz der geschilderten Maßnahmen könnte der tatsächliche Gaspegel derartig langsam ansteigen, daß der Mittelwert diesem Anstieg im wesentlichen folgt. In diesem Fall könnten sich langsam erhebliche Gaskonzentrationen ausbilden, ohne daß die vorstehend beschriebene Auslösebedingung erfüllt wäre, gemäß der das aktuelle Sensorsignal einen  
10 kleineren Wert annimmt als der rechnerisch ermittelte Referenzwert.

In einer weiteren Ausführungsvariante wird daher für den Referenzwert zusätzlich ein Minimalwert festgelegt, wobei der tatsächliche Referenzwert niemals kleiner werden kann als dieser festgelegte Minimalwert. Der  
15 Minimalwert ist so gewählt, daß durch sensorbedingte Schwankungen diese Grenze nicht erreicht wird, andererseits die Gaskonzentration, die diesem Sensorsignal zugeordnet werden können, noch keine dauerhaften Schäden auf den Menschen haben, bzw. im Falle einer z.B. Überwachung von Explosionsgrenzen (z.B. Methan-Luft-Gemisch) sich in weitem Sicherheits-  
20 abstand zur Explosionsgrenze befindet.

Kommt es (z.B. bei der Anbringung des Sensors an geeigneter Stelle in oder an Atemschutzmasken zum Zwecke der Filter- oder Dichtheitsüberwachung), zu sprunghaften Änderungen der Feuchte oder Temperatur, wird bei Einsatz  
25 eines erfindungsgemäßen Verfahrens die Auswirkung dieser Einflüsse auf den Sensorwiderstand absolut kleiner und nur vorübergehend sein.

Trotzdem kann es zu einer irrtümlichen Signalauslösung kommen, die dann ein unerwünschter Fehlalarm wäre. In einer weiteren Ausführungsvariante  
30 wird daher eine zeitlich versetzte Auswertung vorgenommen, die im folgenden erläutert wird.

Unter dem Sensor-Normpegel liegt ein Referenzwert. Wenn ein Gasimpuls das aktuelle Sensorsignal um einen bestimmten Betrag verringert, wird der  
35 Referenzwert unterschritten und damit das Schaltkriterium erfüllt. Damit

wird eine Art „stiller Voralarm“, jedoch erfindungsgemäß noch nicht das Schaltsignal ausgelöst. Erst, wenn das Schalkriterium für eine gewisse Zeitspanne erfüllt bleibt, wird ein Schaltsignal ausgelöst, das während der restlichen Zeitspanne, in der das aktuelle Sensorsignal niedriger bleibt als der Referenzwert, aufrecht erhalten bleibt.

Kommt es dagegen zu einem sehr kurzfristigen und daher praktisch zu vernachlässigenden Gasimpuls oder kommt es zu einem gemäß einem erfindungsgemäßen Verfahren zu kompensierenden Feuchteimpuls, der etwa eine Reaktion des aktuellen Sensorsignals auslöst, wird erfindungsgemäß kein Schaltsignal ausgelöst.

In einer weiteren Ausführungsvariante des erfindungsgemäßen Verfahrens ist die Zeitdauer des Voralarms nicht fest definiert, sondern eine Funktion der Schnelle der Sensorsignal-Änderung oder als Funktion des absoluten Änderungsbetrages über die Zeit. Wenn also innerhalb einer festgelegten Zeitspanne eine sehr große Sensorsignaländerung eingetreten ist, kann die Zeitspanne des Voralarms verkürzt werden. Dies ist vorteilhaft, um bei tatsächlich plötzlich auftretenden großen Gaskonzentrationen die Zeit bis zur Alarmauslösung so kurz wie möglich halten zu können.

Ein ähnliches Ergebnis kann erreicht werden, wenn das Sensorsignal über zwei unterschiedliche Zeitdauern, z.B. sowohl über einen Zeitraum von 20 s als auch über einen Zeitraum von 300 s, gemittelt wird. Von dem über die längere Zeitdauer gebildeten Mittelwert wird, wie vorerwähnt, ein bestimmter Betrag von z.B. 2% des Normalwertes o.ä. abgezogen. Die so ermittelten Werte werden miteinander verglichen.

Wenn der über die kürzere Zeitdauer gebildete Mittelwert kleiner wird als der sich durch Mittelung über die längere Zeitdauer und Abzug eines bestimmten Betrages (z.B. 2 %) ergebende Wert, wird ein Schaltsignal ausgelöst.

Häufig ist es aber nicht sinnvoll, zur Bildung eines Referenzwertes lediglich einen konstanten Betrag vom Mittelwert abzuziehen, da die Sensorkennlinie

(Sensorsignal in Abhängigkeit von der Gaskonzentration) in der Regel nicht-linear ist.

Für den Fall, dass der ohmsche Widerstand der gassensitiven Schicht zur  
5 Bildung des aktuellen Sensorsignals verwendet wird, bedeutet dies, dass z.B.  
10 ppm (parts per million) eines bestimmten Gases abhängig vom  
Grundwiderstand der gassensitiven Schicht unterschiedliche Widerstands-  
änderungen bewirken. So ist z.B. bei niedrigem Grundwiderstand die durch  
10 ppm eines Gases bedingte relative Widerstandsänderung wesentlich  
10 kleiner als bei hohem Grundwiderstand. Diese Tatsache kann berücksichtigt  
werden, indem erfindungsgemäß die Sensorkennlinien verschiedener Zielgase  
in der Berechnung des Referenzwertes auf Grundlage des ermittelten  
Mittelwertes berücksichtigt werden.

15 Besonders kritisch ist der Einsatz des beschriebenen Sensorsystems, wenn  
das System in Betrieb genommen wird, während bereits eine erhebliche  
Gasbelastung vorliegt. Da das System nämlich keine Absolutkonzentrationen  
messen kann, sondern lediglich Änderungen (bezogen auf den Referenzwert)  
innerhalb des Beobachtungszeitraumes erfassen kann, würde das System  
20 keinen Hinweis (Schaltsignal, Alarm) auf die tatsächlich vorliegende  
Gasbelastung liefern.

Erfindungsgemäß wird diese Problemstellung dadurch gelöst, dass gemäß  
einer weiteren Ausführungsvariante des erfindungsgemäßen Verfahrens die  
25 Temperatur der gassensitiven Schicht kurzzeitig erhöht wird. Die  
Temperaturerhöhung bewirkt zum einen eine Verschiebung des  
Reaktionsgleichgewichts innerhalb der gassensitiven Schicht, die sich in einer  
Veränderung des Sensorsignals zeigt, zum anderen wird der Sensor kurzzeitig  
auf einer anderen (temperaturabhängigen) Kennlinie betrieben. Die  
30 Erfassung und Auswertung der Sensorsignale vor, während und nach der  
kurzzeitigen Temperaturerhöhung ermöglicht Rückschlüsse auf eine eventuell  
vorliegende Gasbelastung.

Kurzbeschreibung der Zeichnung, in der zeigen:

- Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Sensorelementes mit einer typischen bekannten Schaltung, welche in einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung eingesetzt wird,
- 5 Fig. 2 eine schematische Darstellung einer zeitlichen Abfolge einer Anzahl von Heizimpulsen und stromlosen Zeitintervallen zur Temperaturregelung,
- Fig. 3 eine detaillierte Darstellung des Sensorelementes (links) sowie einen typischen Verlauf der Temperatur in einer Richtung senkrecht zur Ebene des Sensorelementes (rechts),
- 10 Fig. 4 eine erfindungsgemäße Anordnung eines Sensorelementes in einem Gehäuse,
- Fig. 5 ein Beispiel für den zeitlichen Verlauf von Sensorsignal und Heizleistung bei einem dem Stand der Technik entsprechenden Verfahren zum Betreiben eines Sensorelementes,
- 15 Fig. 6 ein Beispiel für den zeitlichen Verlauf von Sensorsignal und Heizleistung bei einer Ausführungsvariante eines erfindungsgemäßen Verfahrens zum Betreiben eines Sensorelementes, und
- Fig. 7 ein Beispiel für den zeitlichen Verlauf von Sensorsignal und Heizleistung bei einer anderen Ausführungsvariante eines erfindungsgemäßen Verfahrens zum Betreiben eines Sensorelementes.
- 20

Figur 1 zeigt schematisch ein Sensorelement 11 mit einer typischen bekannten Schaltung, welche in einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung eingesetzt wird. Das Sensorelement 11 weist ein Sensorsubstrat 31, eine gassensitive Schicht 33 und eine zwischen diesen angeordnete Heizstruktur 32 auf (Fig. 3).

25

Die Heizstruktur 32 wird elektrisch über einen Aussenwiderstand 12 (Fig. 1) angesteuert, welcher so dimensioniert ist, dass der Stromfluss das Sensorelement 11 keinesfalls auf die Soll-Temperatur aufheizen wird. Vielmehr wird periodisch von einem zentralen Steuer- und Regelgerät 13, vorteilhaft als Mikrocontroller ( $\mu\text{C}$ ) ausgebildet, über eine Steuerleitung 14 ein Impuls auf einen Schaltbaustein 15 gegeben, welcher einen energiereichen

30

Schaltimpuls an die Heizstruktur 32 abgibt. Außenwiderstand 12 und Heizstruktur 32 bilden einen Spannungsteiler.

Nach Abschalten dieses Impulses wird diejenige Spannung über einen ersten  
5 A/D-Wandler 16 gemessen, die am Spannungsteiler zwischen Heizstruktur 32 und Außenwiderstand 12 abgegriffen wird.

Ist die Spannung zu hoch (Heizstruktur 32 ist zu hochohmig, also ist die Sensortemperatur zu hoch), wird bei den nächsten Perioden der Heizimpuls  
10 oder die Anzahl der Heizimpulse verkürzt. Sollte die Spannung hingegen zu klein sein (Heizstruktur 32 ist zu niederohmig, also ist die Sensortemperatur zu niedrig), wird bei den nächsten Perioden der Heizimpuls oder die Anzahl der Heizimpulse verlängert.

15 Die Impedanz der gassensitiven Schicht 33 des Sensorelementes 11 wird mit dem zentralen Steuer- und Regelgerät 13, geeigneter Software und einem zweiten A/D-Wandler 18, der an die gassensitive Schicht 33 angeschlossen ist, gemessen und steht damit als Signal zur Auswertung zur Verfügung. Im einfachsten Fall wird hierbei lediglich der ohmsche Widerstand gemessen.

20

Figur 2 zeigt zur Erläuterung der Systematik der Temperaturregelung die zeitliche Abfolge einer Anzahl von Heizimpulsen 21 und stromlosen Zeitintervallen 22. Wenn die Temperatur dem Soll entspricht, besteht ein bestimmtes Verhältnis zwischen der Anzahl der Heizimpulse 21 und den  
25 stromlosen Zeitintervallen 22 (Fig. 2 oben). Wenn das Sensorelement 11 z.B. zu kalt ist, wird die Anzahl der Heizimpulse 21 vergrößert, und die stromlosen Zeitintervalle 22 werden relativ verkürzt (Fig. 2 unten).

Figur 3 zeigt eine detaillierte Darstellung des Sensorelementes 11 (links)  
30 sowie einen typischen Verlauf der Temperatur in einer Richtung (in Fig. 3 x-Richtung bezeichnet) senkrecht zur Ebene des Sensorelementes 11 (rechts) und macht die grundsätzliche Schwierigkeit der Temperaturregelung deutlich. Die Heizstruktur 32 befindet sich zwischen der gassensitiven Schicht 33 und einem Sensorsubstrat 31. Selbst wenn die Temperatur der  
35 Heizstruktur 32 völlig konstant wäre, kann damit trotzdem keine unter allen



Umständen konstante Temperatur der gassensitiven Schicht 33 erreicht werden, weil der Temperaturgradient zwischen dieser und der umgebenden Luft sehr groß ist und durch die vom Sensorelement 11 durch Strahlung und konvektiv abgegebenen Wärme beeinflusst wird.

5

Wenn die Temperatur der Heizstruktur 32 auf z.B. 350°C eingeregelt ist, kann die Temperatur der Umgebungsluft in der Praxis zwischen -40° C und + 80°C schwanken. Aufgrund des Temperaturgradienten zwischen Umgebung und Sensorelement 11 ist an der Oberfläche der gassensitiven Schicht 33 eine vom Heizer abweichende Temperatur feststellbar, welche typisch kleiner als der Sollwert ist.

Die vom Sensorelement 11 an die Umgebung abgegebene Wärmeenergie ist zum einen eine Funktion des Temperaturgradienten, andererseits eine Funktion der Strömungsgeschwindigkeit der Luft relativ zum Sensorelement 11.

Selbst bei nur geringsten Luftbewegungen in der Nähe des Sensorelementes 11 ändern sich die Temperaturgradienten zwischen

20

- der auf konstanter Temperatur gehaltenen Heizstruktur 32,
- der gassensitiven Schicht 33 und der
- Temperatur der Umgebungsluft.

Daher wird man trotz aufwendiger elektronischer Regelungen in der Praxis immer erhebliche Schwankungen des Sensorwiderstandes in Normalluft feststellen, was in der Vergangenheit den Einsatz von Halbleitersensoren erheblich eingeschränkt hat, da der Grundwiderstand der gassensitiven Schicht 33 mit der Temperatur massiv schwankt.

30

Figur 4 zeigt eine erfindungsgemäße Sensorvorrichtung. Ein Sensorelement 11 ist in einem Gehäuse 40 angeordnet, welches lufttechnisch verschlossen ist und Luftbewegungen außerhalb des Gehäuses 40 keinen Zutritt zum beheizten Sensorelement 11 gestattet. Das Gehäuse 40 ist bevorzugt so ausgebildet, daß sein Innenraum thermisch gegen die Umgebung isoliert ist.

35

In dem Gehäuse 40 bildet sich nach einiger Zeit ein thermisches Gleichgewicht zwischen der Heizstruktur 32, dem Sensorsubstrat 31 als Wärmespeicher und der gassensitiven Schicht 33 aus, weil auch die Luft in deren Umgebung auf ein höheres Niveau aufgeheizt und der  
5 Temperaturgradient zwischen Luft und Sensorelement 11 damit verkleinert wird. Die durch den Temperaturgradienten zwischen Luft und Sensorelement 11 verursachten unerwünschten Schwankungen des Sensorwiderstandes werden auf diese Weise erfindungsgemäß wesentlich reduziert.

10 Das Gehäuse 40 weist erfindungsgemäß eine semipermeable Diffusionsschicht 47 auf, welche für Luftströmungen praktisch undurchlässig ist, jedoch von diffundierenden Luft- und Gasteilchen durchdrungen werden kann. Die Diffusionsschicht 47 besteht z.B. aus feinstkapilarem Kunststoff (Teflon, gereckte Folien etc.) oder z.B. aus einem Sinterkörper der aus Metall,  
15 Kunststoff, Glas oder Keramik. In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung bildet die Diffusionsschicht die Deckfläche des Gehäuses 40.

Erfindungsgemäß diffundieren somit aufgrund der unterschiedlichen Partialdrücke innerhalb und außerhalb des Gehäuses 40 Gase durch die  
20 Diffusionsschicht 47 in das Gehäuse 40 hinein oder aus ihm hinaus, wobei jedoch eine Luftzirkulation durch die Diffusionsschicht 47 hindurch praktisch unterbunden ist.

Aufgrund von Luftbewegungen durch die semipermeable Diffusionsschicht 47  
25 hindurch induzierte Wärmeströme sind ausgeschlossen oder zumindestens sehr stark eingeschränkt.

Die Anschlußdrähte 44 des Sensorelementes 11 sind vorzugsweise gasdicht z.B. durch den Gehäuseboden 45 geführt. Bevorzugt erfolgt dies, indem die  
30 Anschlußdrähte 44 in eine den Gehäuseboden 45 bedeckende Glasschicht 49 eingeschmolzen sind.

In einer bevorzugten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Sensorvorrichtung sind der Gehäusemantel 48, der Gehäuseboden 45 sowie die

Diffusionsschicht 47 und damit das Gehäuse 40 wärmedämmend und/oder thermisch isolierend ausgebildet.

5 Hierdurch wird in Kombination mit einer sehr exakten Heizungs-Regelung erreicht, daß sich in einem sehr weiten Temperaturbereich keinerlei Auswirkungen der Umgebungstemperatur auf den Sensorwiderstand in Normalluft mehr zeigen.

10 Ein weiterer Vorteil ist, daß sich der Energiebedarf des Sensorelementes 11 durch die erfindungsgemäße wärmedämmende und/oder thermisch isolierte Ausbildung des Gehäuses 40 und der Diffusionsschicht 47 erheblich verringern läßt, was beim Betrieb mit Batterien sehr wichtig und vorteilhaft ist.

15 Wie oben bei der Erläuterung des Standes der Technik bereits erwähnt, ist es bekannt, die Differenz zwischen aktuellem Signal und Mittelwert auszuwerten. Treten plötzlich Ereignisse auf, auf die der Sensor anspricht, lassen sich diese mit dieser Methode sehr gut detektieren. Langsame und/oder nur kleine Änderungen des Sensorwiderstandes führen dagegen zu keinen  
20 Auswertungen bzw. Schaltsignalen.

Figur 5 verdeutlicht dieses bekannte Verfahren. Das aktuelle Sensorsignal 51 wird über eine bestimmte Zeit gemittelt und mit einem konstanten Wert addiert, so daß sich ein im Mittel geringfügig oberhalb des Sensorsignals  
25 liegendes gemittelt Signal ergibt, das als Referenzsignal 52 herangezogen wird. Treten Ereignisse 53, 54 auf, die den Wert des aktuellen Sensorsignals auf Werte oberhalb des Referenzsignals 52 verändern, wird ein Schaltsignal ausgelöst.

30 Langsame Änderungen des aktuellen Sensorsignals werden ignoriert. Hingegen wird beim Auftreten von plötzlichen Konzentrationserhöhungen oxidierbarer Gase in der Umgebungsluft zuverlässig ein Schaltsignal generiert.

In vielen Fällen ist es aber sehr wichtig, daß auch ein langsamer Anstieg von Gaskonzentrationen sicher detektiert wird, z.B. wenn sich die Konzentration toxischer Gase sehr langsam erhöht, was auf jeden Fall detektiert werden muß. Das unter Bezug auf Fig. 5 erläuterte Verfahren kann daher nicht ohne  
5 weiteres angewandt werden.

In einem erfindungsgemäßen Verfahren zum Betreiben einer erfindungsgemäßen Sensorvorrichtung wird die Heizleistung durch eine zusätzliche Größe (zur Temperatur) beeinflusst. Regelungstechnisch gesehen  
10 wird dadurch eine Störgrößen-Aufschaltung vorgenommen.

Dieser erfindungsgemäßen Idee liegt die Beobachtung zugrunde, daß Änderungen der elektrischen Parameter der gassensitiven Sicht 33 des Sensorelementes 11 (Widerstand, Kapazität, Induktivität) sowohl vom  
15 Angebot oxidierbarer oder reduzierbarer Gase stammen als auch das Ergebnis von Schwankungen der Luftfeuchte oder der Temperatur sein können.

Im Nachfolgenden sei der Einfachheit halber nur die Detektion oxidierbarer Gase beschrieben. Reduzierbare Gase verhalten sich prinzipiell invers,  
20 erhöhen also z.B. den Sensorwiderstand, wogegen oxidierbare Gase diesen verkleinern. Die Erfindung sinngemäß, wenn auch invers, auch für reduzierbare Gase anwendbar.

Figur 6 dient zur Erläuterung des Wirkungszusammenhanges. Zu Beginn gibt  
25 der Sensor in Normalluft bei einer Heizleistung von 6b ein aktuelles Sensorsignal ab, in Fig. 6 gekennzeichnet durch 6a. Anschließend wird der Sensor mit einem Gasimpuls, dessen Zeitdauer in Fig. 6 unten gekennzeichnet ist, beaufschlagt.

30 Der Kurvenabschnitt 68 in Fig. 6 zeigt den Verlauf des aktuellen Sensorsignals bei unbeeinflusster Heizleistung. Bei unbeeinflusster Heizleistung kommt das aktuelle Sensorsignal nach Ende des Gasimpulses erst nach längerer Zeit auf den Ausgangswert zurück. Der auf des Ende des Gasimpulses folgende Abschnitt der Kurve 68 zeigt diese Reaktion des

aktuellen Sensorsignals auf den Gasimpuls bei konstanter Heizleistung, die in Fig. 6 durch die Linie 62 dargestellt ist

5 Eine Heizleistung mit Störgrößen-Aufschaltung, in Fig. 6 dargestellt durch die Kurve 63, führt hingegen zu einem durch die Heizleistung beeinflussten aktuellen Sensorsignal, das in Fig. 6 dem Kurvenabschnitt 64 folgt.

10 Wird die Heizleistung immer dann z.B. proportional im Sinne einer Temperaturerhöhung nachgeführt (Kurve 63), wenn das aktuelle Sensorsignal eine Änderung durchläuft, kommt das aktuelle Sensorsignal signifikant schneller auf den Ausgangswert zurück. Der auf des Ende des Gasimpulses folgende Abschnitt der Kurve 64 zeigt diese Reaktion des aktuellen Sensorsignals auf den Gasimpuls bei nachgeführter Heizleistung, die in Kurve 63 dargestellt ist

15 Wesentlich ist, daß im Falle einer tatsächlich am Sensor anstehenden Gaskonzentration die Reaktionen der gassensitiven Schicht 33 mit dem Gas auf jeden Fall stattfinden. Die Temperaturempfindlichkeit des Sensorsignals wird durch die Einwirkung des Gases verringert. Die durch die 20 Temperaturnachführung bewirkte Änderung des Sensorsignals ist daher während des Gasimpulses geringer als vor oder nach dem Gasimpuls. Mit anderen Worten: das Sensorsignal reagiert während des Gasimpulses nur relativ schwach auf eine Änderung der Heizleistung und damit auf die Störgrößenaufschaltung. Die gasinduzierte Verminderung des aktuellen 25 Sensorsignals nimmt daher bei Nachführung der Heizleistung annähernd den gleichen Verlauf wie bei einer ansonsten identischen Versuchsanordnung ohne Temperaturnachführung. D.h., die nach Beginn des Gasimpulses jeweils abfallenden Äste der Kurven 64 und 68 in Fig. 6 verlaufen annähernd deckungsgleich.

30 Wird die Reaktion des aktuellen Sensorsignals jedoch von z.B. einer Änderung der Luftfeuchte oder einer Änderung der Lufttemperatur verursacht, so ändert sich die Temperaturempfindlichkeit des Sensorsignals nicht oder nur wenig. Eine Änderung der Luftfeuchte oder einer Änderung der 35 Lufttemperatur haben daher bei unbeeinflusster Heizleistung erheblichen und

anhaltenden Einfluß auf das aktuelle Sensorsignal (Kurvenabschnitt 65 in Fig. 6).

Wenn jedoch bereits bei Beginn einer solchen Einwirkung die Heizleistung nachgeführt wurde, ist die durch die Temperaturnachführung bewirkte Beeinflussung des Sensorsignals deutlich größer als im Falle eines Gasimpulses. Mit anderen Worten: das Sensorsignal reagiert stark auf eine Änderung der Heizleistung und damit auf die Störgrößenaufschaltung. Daher ist die aufgrund einer Änderung der Luftfeuchte oder einer Änderung der Lufttemperatur verursachte Veränderung des Sensorwertes nicht nur viel geringer, sondern auch zeitlich deutlich kürzer (Kurvenabschnitt 66 in Fig. 6) als im Fall einer unbeeinflussten Heizleistung (Kurvenabschnitt 65 in Fig. 6), und bereits die abfallenden Äste der Kurven 65 und 66 in Fig. 6 verlaufen nicht deckungsgleich.

Durch eine erfindungsgemäßes Verfahren kann somit anhand des zeitlichen Verhaltens des Sensorsignals zwischen einem Gasimpuls und einem Feuchteimpuls unterschieden werden. Die Reaktion des Sensorsignals auf den Feuchteimpuls wird erfindungsgemäß zu einem erheblichen Teil durch die Heizungs nachführung kompensiert.

Erfindungsgemäß ist daher die Heizungsregelung des Sensors so ausgelegt, daß die Führungsgröße des Heizungsreglers die Temperatur ist, und daß eine Störgröße auf die Regelung aufgeschaltet wird, die sich aus der Abweichung des aktuellen Sensorsignals von einem Normalwert bei Normalluft ableitet.

Wie unter Bezug auf Fig. 1 und 2 erläutert wurde, können sowohl die Signalverarbeitung als auch die Heizungsregelung vorteilhaft durch einen einzigen Singlecircuit-Controller ( $\mu C$ ) gesteuert werden.

Das vorteilhafte Ergebnis einer Kombination aus  
a. einer Anordnung des Sensorelementes 11 in einem thermisch isolierten bzw. wärmedämmenden Gehäuse 40 mit thermisch isolierender bzw. wärmedämmender Diffusionsschicht 47, durch die ein Gaszutritt zum Sensorelement 11 ohne Luftbewegung durch Diffusion erfolgen kann,

- b. einem diffusionsbedingten Gaszutritt zum Sensor ohne Luftbewegung,  
c. einer Heizung des Sensorelementes 11 durch Regelung der Temperatur, wobei dem Regelkreis als Störgröße die relative Abweichung des aktuellen Sensorwiderstandes vom Widerstand des Sensorelementes 11 unter
- 5 Normalbedingungen aufgeschaltet wird,  
besteht darin, daß das Sensorsignal schnell und fast ausschließlich dem faktischen Gehalt an oxidierbaren Luftinhaltsstoffen folgt und weitaus weniger Drifterscheinungen als bisher bekannt aufweist.
- 10 Wird eine Auswertung vorgenommen, die den aktuellen Sensorwert mit einem über die Zeit ermittelten Durchschnittswert vergleicht, kann dann von deutlich geringeren Schwankungen des Sensorsignals unter Normalbedingungen ausgegangen werden, insbesondere dann, wenn das System nach einiger Zeit stabil geworden ist.
- 15 In einer Ausführungsvariante des erfindungsgemäßen Verfahrens ist daher die Zeitspanne, über die der Mittelwert der aktuellen Sensorsignale gebildet wird, um als Vergleichswert zum aktuellen Sensorwert zu dienen, nicht konstant, sondern nimmt im Laufe der Betriebszeit des Systems immer weiter
- 20 zu.
- Der erste Vergleichswert wird aus dem Mittelwert über einen relativ kurzen Zeitraum gewonnen, weil das System unmittelbar nach dem Einschalten zwangsläufig hohen eigendynamischen Schwankungen unterliegt. Nach der
- 25 Einschaltphase wird diese Zeitspanne erhöht und diese erreicht schließlich im eingeschwungenen Zustand eine wesentlich längere Integrationszeit. Da der Mittelwert prinzipiell genau mit dem aktuellen Sensorsignal zusammenfallen kann, wird vom errechneten Durchschnittswert ein bestimmter Betrag abgezogen, um den sogenannten Referenzwert zu bilden.
- 30 In einer bevorzugten Ausführungsvariante ist der in Abzug zu bringende Betrag in der Anfangsphase sehr groß, so daß der Referenzwert einen großen Abstand zum Sensorwert hat. Dies ist wichtig, um zu verhindern, daß im nicht-eingeschwungenen Zustand Signale ausgelöst werden, obwohl keine
- 35 signifikante Gaskonzentrationsänderung auftritt. Im weiteren zeitlichen

Verlauf wird der Betrag sukzessive verkleinert, so daß im eingeschwungenen Zustand sich der Referenzwert immer mehr dem Sensorwert annähert.

Es können weitere Verfeinerungen eingeführt werden. In einer weiteren Ausführungsvariante des erfindungsgemäßen Verfahrens wird der Referenzwert nach heftigen gasinduzierten Sensorreaktionen wieder auf einen größeren Abstand zum Sensorwert gebracht, weil erfahrungsgemäß heftige Reaktionen des Sensors zu zeitweilig instabilen Sensorverhältnissen führen.

10

In einer weiteren Ausführungsvariante wird die Berechnung des Durchschnittswertes wieder über kürzere Zeiträume vorgenommenen, wenn eine gasinduzierte starke Sensorsignaländerung eingetreten ist. In einer weiteren Ausführungsform wird die Berechnung des Durchschnittswertes für denjenigen Zeitraum ausgesetzt, in dem eine gasinduzierte Sensorsignaländerung auftritt.

Trotz der geschilderten Maßnahmen könnte der tatsächliche Gaspegel derartig langsam ansteigen, daß der Mittelwert diesem Anstieg im wesentlichen folgt. In diesem Fall könnten sich langsam erhebliche Gaskonzentrationen ausbilden, ohne daß die vorstehend beschriebene Auslösebedingung erfüllt wäre, gemäß der das aktuelle Sensorsignal einen kleineren Wert annimmt als der rechnerisch ermittelte Referenzwert.

In einer weiteren Ausführungsvariante wird daher für den Referenzwert zusätzlich ein Minimalwert festgelegt, wobei der tatsächliche Referenzwert niemals kleiner werden kann als dieser festgelegte Minimalwert. Der Minimalwert ist so gewählt, daß durch sensorbedingte Schwankungen diese Grenze nicht erreicht wird, andererseits die Gaskonzentration, die diesem Sensorsignal zugeordnet werden können, noch keine dauerhaften Schäden auf den Menschen haben, bzw. im Falle einer z.B. Überwachung von Explosionsgrenzen (z.B. Methan-Luft-Gemisch) sich in weitem Sicherheitsabstand zur Explosionsgrenze befindet.



Kommt es (z.B. bei der Anbringung des Sensors an geeigneter Stelle in oder an Atemschutzmasken zum Zwecke der Filter- oder Dichtheitsüberwachung), zu sprunghaften Änderungen der Feuchte oder Temperatur, wird bei Einsatz eines erfindungsgemäßen Verfahrens die Auswirkung dieser Einflüsse auf den  
5 Sensorwiderstand absolut kleiner und nur vorübergehend sein.

Trotzdem kann es zu einer irrtümlichen Signalauslösung kommen, die dann ein unerwünschter Fehlalarm wäre.

10 In einer weiteren Ausführungsvariante wird daher eine zeitlich versetzte Auswertung vorgenommen, die unter Bezug auf Figur 7 erläutert wird.

Unter dem Sensor-Normpegel 71 liegt ein Referenzwert 77. Wenn ein Gasimpuls das aktuelle Sensorsignal um einen bestimmten Betrag verringert  
15 (mit 72 gekennzeichneten Kurvenabschnitt), wird der Referenzwert unterschritten und damit das Schalkriterium erfüllt. Damit wird eine Art „stillen Voralarm“, jedoch erfindungsgemäß noch nicht das Schaltsignal ausgelöst. Erst, wenn das Schalkriterium für eine gewisse Zeitspanne, in Fig. 7 gekennzeichnet durch die Zeitdauer 73, erfüllt bleibt, wird ein Schaltsignal  
20 ausgelöst, das während der restlichen Zeitspanne (in Fig. 7 gekennzeichnet durch die Zeitdauer 74), in der das aktuelle Sensorsignal niedriger bleibt als der Referenzwert, aufrecht erhalten bleibt.

Kommt es dagegen zu einem sehr kurzfristigen und daher praktisch zu  
25 vernachlässigenden Gasimpuls oder kommt es zu einem erfindungsgemäß zu kompensierenden Feuchteimpuls, der etwa eine Reaktion des aktuellen Sensorsignals auslöst, wie sie in Fig. 7 mit 75 gekennzeichnet ist, wird erfindungsgemäß kein Schaltsignal ausgelöst.

30 In einer weiteren Ausführungsvariante des erfindungsgemäßen Verfahrens ist die Zeitdauer 73 von Fig. 7 des Voralarms nicht fest definiert, sondern eine Funktion der Schnelle der Sensorsignal-Änderung oder eine Funktion des absoluten Änderungsbetrages über die Zeit.

Wenn also innerhalb einer festgelegten Zeitspanne eine sehr große Sensorsignaländerung eingetreten ist, kann die Zeitspanne des Voralarms verkürzt werden. Dies ist vorteilhaft, um bei tatsächlich plötzlich auftretenden großen Gaskonzentrationen die Zeit bis zur Alarmauslösung so kurz wie möglich halten zu können.

Ein ähnliches Ergebnis kann erreicht werden, wenn das Sensorsignal über zwei unterschiedliche Zeitdauern, z.B. sowohl über einen Zeitraum von 20 s als auch über einen Zeitraum von 300 s, gemittelt wird. Von dem über die längere Zeitdauer gebildeten Mittelwert wird, wie vorerwähnt, ein bestimmter Betrag von z.B. 2% des Normalwertes o.ä. abgezogen. Die so ermittelten Werte werden miteinander verglichen.

Wenn der über die kürzere Zeitdauer gebildete Mittelwert kleiner wird als der sich durch Mittelung über die längere Zeitdauer und Abzug eines bestimmten Betrages (z.B. 2 %) ergebende Wert, wird ein Schaltsignal ausgelöst.

Mathematisch läßt sich dies z.B. für den Fall, daß die längere Zeitdauer 10mal so lang ist wie die kürzere, durch Bildung folgender Differenz ausdrücken:

$$\frac{S_1 + S_2 + S_3 + \dots + S_n}{n} - 0,98 * \frac{S_1 + S_2 + S_3 + \dots + S_{(10*n)}}{10*n} = Y$$

Das Schalkriterium ist erreicht, wenn der Wert Y negativ wird.

Häufig ist es aber nicht sinnvoll, zur Bildung eines Referenzwertes lediglich einen konstanten Betrag vom Mittelwert abzuziehen, da die Sensorkennlinie (Sensorsignal in Abhängigkeit von der Gaskonzentration) in der Regel nicht-linear ist.

Für den Fall, dass der ohmsche Widerstand der gassensitiven Schicht 33 zur Bildung des aktuellen Sensorsignals verwendet wird, bedeutet dies, dass z.B. 10 ppm (parts per million) eines bestimmten Gases abhängig vom Grundwiderstand der gassensitiven Schicht unterschiedliche Widerstands-

änderungen bewirken. So ist z.B. bei niedrigem Grundwiderstand die durch 10 ppm eines Gases bedingte relative Widerstandsänderung wesentlich kleiner als bei hohem Grundwiderstand. Diese Tatsache kann berücksichtigt werden, indem erfindungsgemäß die Sensorkennlinien verschiedener Zielgase in der Berechnung des Referenzwertes auf Grundlage des ermittelten Mittelwertes berücksichtigt werden.

Besonders kritisch ist der Einsatz des beschriebenen Sensorsystems, wenn das System in Betrieb genommen wird, während bereits eine erhebliche Gasbelastung vorliegt. Da das System nämlich keine Absolutkonzentrationen messen kann, sondern lediglich Änderungen (bezogen auf den Referenzwert) innerhalb des Beobachtungszeitraumes erfassen kann, würde das System keinen Hinweis (Schaltsignal, Alarm) auf die tatsächlich vorliegende Gasbelastung liefern.

Erfindungsgemäß wird diese Problemstellung dadurch gelöst, dass die Temperatur der gassensitiven Schicht kurzzeitig erhöht wird. Die Temperaturerhöhung bewirkt zum einen eine Verschiebung des Reaktionsgleichgewichts innerhalb der gassensitiven Schicht, die sich in einer Veränderung des Sensorsignals zeigt, zum anderen wird der Sensor kurzzeitig auf einer anderen (temperaturabhängigen) Kennlinie betrieben. Die Erfassung und Auswertung der Sensorsignale vor, während und nach der kurzzeitigen Temperaturerhöhung ermöglicht Rückschlüsse auf eine eventuell vorliegende Gasbelastung.

## Liste der Bezugszeichen:

	11	Sensorelement
	12	Außenwiderstand
	13	zentrales Steuer- und Regelgerät
5	14	Steuerleitung
	15	Schaltbaustein
	16, 18	erster, zweiter A/D-Wandler
	21	Heizimpulse
	22	stromloses Zeitintervall
10	31	Sensorsubstrat
	32	Heizstruktur
	33	sensitive Schicht
	40	Gehäuse
	44	Anschlußdrähte
15	45	Gehäuseboden
	47	Diffusionsschicht
	48	Gehäusemantel
	49	Glasschicht
	51	aktuelles Sensorsignal
20	52	Referenzsignal
	53, 54	Ereignisse
	60a	anfängliches Sensorsignal
	60b	anfängliche Heizleistung
	62	konstante Heizleistung
25	63	Heizleistung mit Störgrößen-Aufschaltung
	64	Sensorsignal bei Gasimpuls und nachgeführter Heizung
	65	Sensorsignal bei Feuchteimpuls und nicht nachgeführter Heizung
	66	Sensorsignal bei Feuchteimpuls und nachgeführter Heizung
	67	Sensorsignal bei konstanter Heizleistung
30	68	Sensorsignal bei Gasimpuls und nicht nachgeführter Heizung
	71	Sensor-Normpegel
	72	Reaktion des Sensorsignals auf Gasimpuls
	73	Zeitdauer des "stillen Voralarms"
	74	Zeitdauer des Schaltsignals
35	75	Reaktion des Sensorsignals auf Feuchteimpuls

Gewerbliche Anwendbarkeit:

Die Erfindung ist z.B. gewerblich anwendbar zur Überwachung von Atemschutz-Ausrüstungen (z.B. Atemschutz-Masken), zur Überwachung explosionsgefährdeter Gas-Luftgemische, zur Ermittlung der Qualität von  
5 Luft zum Zwecke der situationsadaptierten Beeinflussung von Lüftungen jeder Art und zur Überwachung der Atemluft in geschlossenen Räumen und im Freien.

Patentansprüche:

1. Sensorvorrichtung zur Detektion von in Luft enthaltenen Gasen oder  
5 Dämpfen mittels eines Sensorelementes, das eine gassensitive Schicht  
aufweist und mittels einer Heizstruktur elektrisch beheizbar ist,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass das Sensorelement (11) in einem Gehäuse (40) angeordnet ist, welches  
das Sensorelement (11) von außerhalb des Gehäuses (40) stattfindenden  
10 Luftbewegungen abschirmt, wobei das Gehäuse (40) eine Diffusionsschicht  
(47) aufweist, durch welche per Diffusion ein Durchgang von Gas und Dampf  
von außen in das Innere des Gehäuses (40) und umgekehrt möglich ist.
2. Sensorvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,  
15 daß das Gehäuse (40) und die Diffusionsschicht (47) wärmedämmend oder  
thermisch isolierend ausgebildet sind.
3. Sensorvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,  
dass die Diffusionsschicht (47) aus einem Sintermaterial mit glasartiger oder  
20 metallischer Struktur besteht.
4. Sensorvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,  
dass die Diffusionsschicht aus einer gasdurchlässigen Kunststoffolie besteht.
- 25 5. Sensorvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,  
dass das Sensorelement (11) ein Metalloxidsensor ist.
6. Sensorvorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet,  
dass die Kunststoffolie aus Teflon (PTFE) besteht.
- 30 7. Sensorvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,  
dass das Sensorelement (11) zu seiner elektrischen Beheizung eine  
Heizstruktur (32) aufweist.

8. Sensorvorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet,  
dass die Heizstruktur (32) eine strukturierte Platinschicht ist.
9. Verfahren zum Betreiben eines Sensorelementes zur Detektion von in Luft  
5 enthaltenen Gasen oder Dämpfen, das eine gassensitive Schicht aufweist und  
mittels einer Heizstruktur elektrisch beheizbar ist,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Temperatur des Sensorelementes (11) geregelt wird und der  
Temperatursollwert in Abhängigkeit von der Größe oder dem zeitlichen  
10 Verhalten des Sensorsignals mittels einer Störgrößenaufschaltung zumindest  
zeitweise verändert wird.
10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet,  
dass das Sensorsignal mit einem aus zeitlich zurückliegenden Sensorsignalen  
15 gleitend oder adaptiv gebildeten Referenzwert verglichen wird, wobei die  
Differenz zwischen Sensorsignal und Referenzwert und/oder das zeitliche  
Verhalten dieser Differenz zur Auslösung eines Schaltsignals herangezogen  
wird.
- 20 11. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet,  
dass der mit einem Temperaturkoeffizienten behaftete elektrische Widerstand  
der Heizstruktur (32) als Regelgröße für die Temperatur des Sensorelementes  
(11) verwendet wird.
- 25 12. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet,  
dass die Temperatur der gassensitiven Schicht (33) nicht konstant gehalten  
wird, sondern in Abhängigkeit vom zeitlichen Verhalten des Sensorsignals  
eine die Temperatur der gassensitiven Schicht (33) erhöhende  
Störgrößenaufschaltung so erfolgt, daß anhand des zeitlichen Verhaltens des  
30 Sensorsignals solche Störeinflüsse, die durch Änderungen der physikalischen  
Umgebungsbedingungen verursacht sind, von solchen Einflüssen, die durch  
eine Änderung der Gaszusammensetzung oder Gaskonzentration verursacht  
sind, unterscheidbar sind.

13. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet,  
daß mittels der Störgrößenaufschaltung die Heizleistung durch das  
Sensorsignal kurzzeitig so beeinflusst wird, daß eine Änderung des  
Sensorsignals, die durch eine Änderung der Luftfeuchte oder einer Änderung  
5 der Lufttemperatur verursacht wird, schneller und/oder in einem stärkeren  
Ausmaß kompensiert wird als eine Änderung des Sensorsignals, die durch  
eine Änderung der Gaskonzentration verursacht wird.
14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet,  
10 daß eine Änderung des Sensorsignals, die durch eine Änderung der  
Luftfeuchte oder einer Änderung der Lufttemperatur verursacht wird, von  
einer Änderung des Sensorsignals, die durch eine Änderung der  
Gaskonzentration verursacht wird, anhand des jeweils unterschiedlichen  
zeitlichen Verhaltens des Sensorsignals unterscheidbar ist.
- 15  
15. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet,  
daß die Unterscheidung zwischen Änderung des Sensorsignals, die durch eine  
Änderung der Luftfeuchte oder einer Änderung der Lufttemperatur  
verursacht wird, und einer Änderung des Sensorsignals, die durch eine  
20 Änderung der Gaskonzentration verursacht wird, mittels geeigneter Software  
automatisch erfolgt.
16. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet,  
dass aus zeitlich zurückliegenden Sensorsignalen ein Mittelwert gebildet und  
25 aus diesem ein zur Auslösung eines Schaltsignals heranziehbarer  
Referenzwert für das jeweils aktuelle Sensorsignal gebildet wird, wobei für  
den Zeitraum der Störgrößenaufschaltung die Mittelwertbildung ausgesetzt  
wird.
- 30 17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet,  
dass zur Bildung des Referenzwertes die Kennlinie des Sensorelementes  
berücksichtigt wird.



18. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet,  
dass zur Detektion oxidierbarer Luftinhaltsstoffe für den Zeitraum, in dem  
der aktuelle Sensorwert kleiner als der aus dem Mittelwert gebildete  
Referenzwert ist, die Mittelwertbildung aussetzt und der alte Referenzwert  
5 beibehalten wird.

19. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet,  
dass zur Detektion reduzierbarer Luftinhaltsstoffe für den Zeitraum, in dem  
der aktuelle Sensorwert größer als der aus dem Mittelwert gebildete  
10 Referenzwert ist, die Mittelwertbildung aussetzt und der alte Referenzwert  
beibehalten wird.

20. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet,  
daß der zur Bildung des Mittelwertes berücksichtigte Mittelungszeitraum  
15 variabel ist.

21. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet,  
daß die Bildung des Referenzwertes durch Berücksichtigung zeitlich  
vorausgegangener Sensorsignale erfolgt, wobei die Länge des hierbei  
20 berücksichtigten Zeitraumes variabel ist.

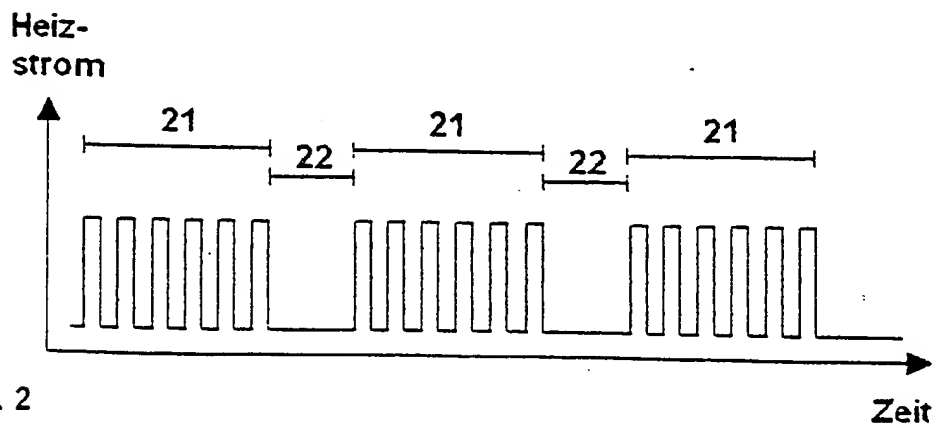
22. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet,  
daß die Bildung des Referenzwertes durch Berücksichtigung zeitlich  
vorausgegangener Referenzwerte erfolgt, wobei die Länge des hierbei  
25 berücksichtigten Zeitraumes variabel ist.

23. Verfahren nach einem der Ansprüche 20 bis 22, dadurch gekennzeichnet,  
daß die Länge des berücksichtigten Zeitraumes vom zeitlichen Verhalten des  
Sensorsignals abhängt.  
30

24. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet,  
daß das Sensorsignal zugleich über zwei unterschiedliche Zeiträume gemittelt  
wird, wobei von dem über den längeren Zeitraum gebildeten Mittelwert ein  
bestimmter Betrag oder abgezogen wird und ein Schaltsignal ausgelöst wird,  
35 wenn der über den kürzeren Zeitraum gebildete Mittelwert kleiner wird als

der sich durch Mittelung über den längeren Zeitraum und Abzug des bestimmten Betrages ergebende Wert.

25. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet,  
5 dass die Temperatur der Heizstruktur periodisch vorübergehend erhöht wird und die Sensorsignale vor, während und nach jeder Temperaturerhöhung zur qualitativen Ermittlung einer Anwesenheit zusätzlicher oxidierbarer bzw. reduzierbarer Luftinhaltsstoffe verglichen werden.
- 10 26. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Änderung der Impedanz der gassentiven Schicht (33) zur Bildung eines Sensorsignals benutzt wird.
- 15 27. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Änderung des elektrischen Widerstandes der gassentiven Schicht (33) zur Bildung eines Sensorsignals benutzt wird.
28. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet  
20 daß für den Referenzwert zusätzlich eine untere Schranke festgelegt ist, die der Referenzwert niemals unterschreiten kann und die durch sensorbedingte Schwankungen nicht erreicht wird, wobei die Gaskonzentration, die diesem Sensorsignal zugeordnet werden kann, keine dauerhaften Schäden auf den Menschen hat bzw. sich im Falle einer z.B. Überwachung von Explosionsgrenzen in weitem Sicherheitsabstand zur Explosionsgrenze befindet.
- 25



**Fig. 2**

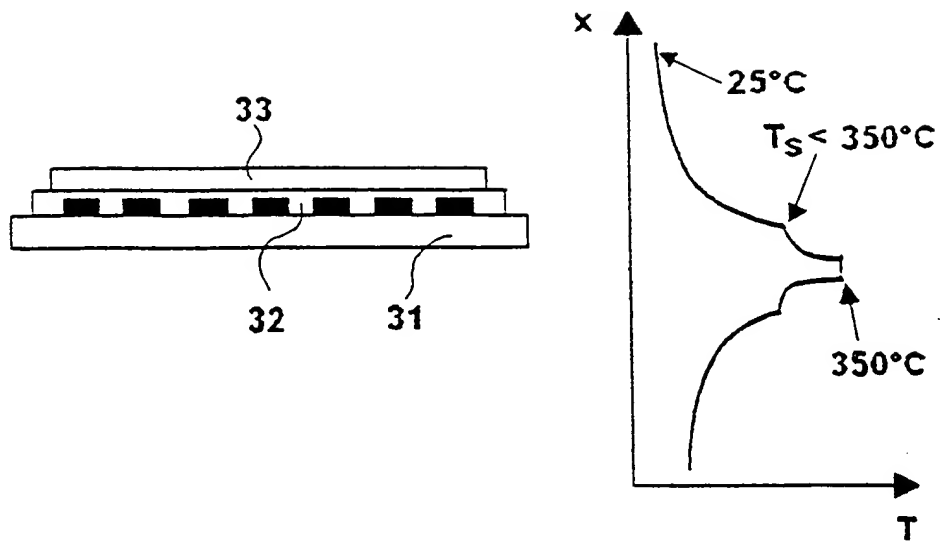


Fig. 3

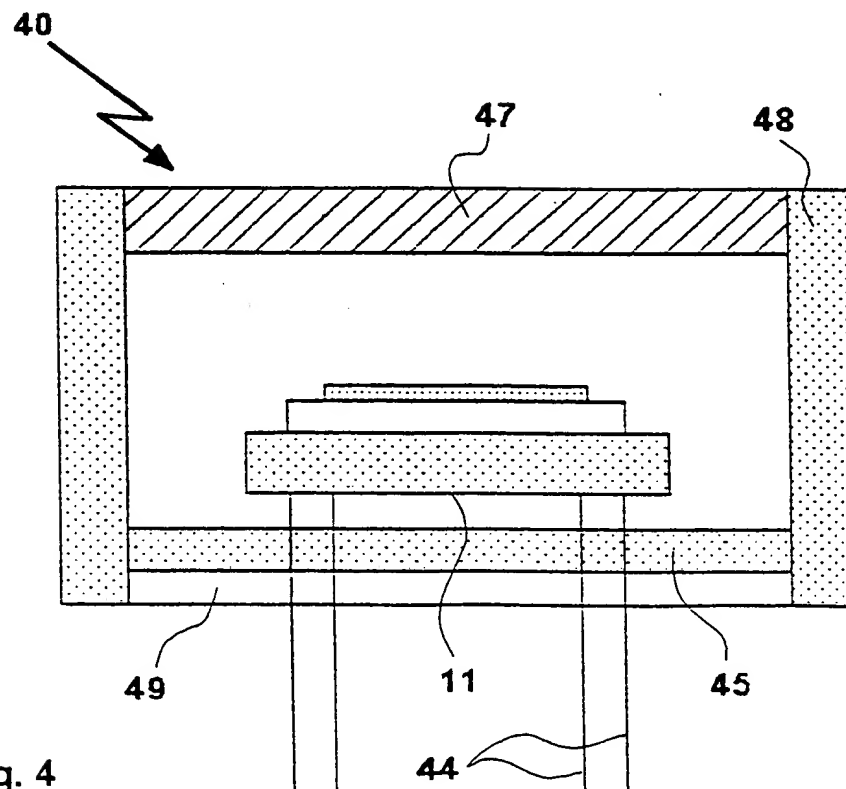
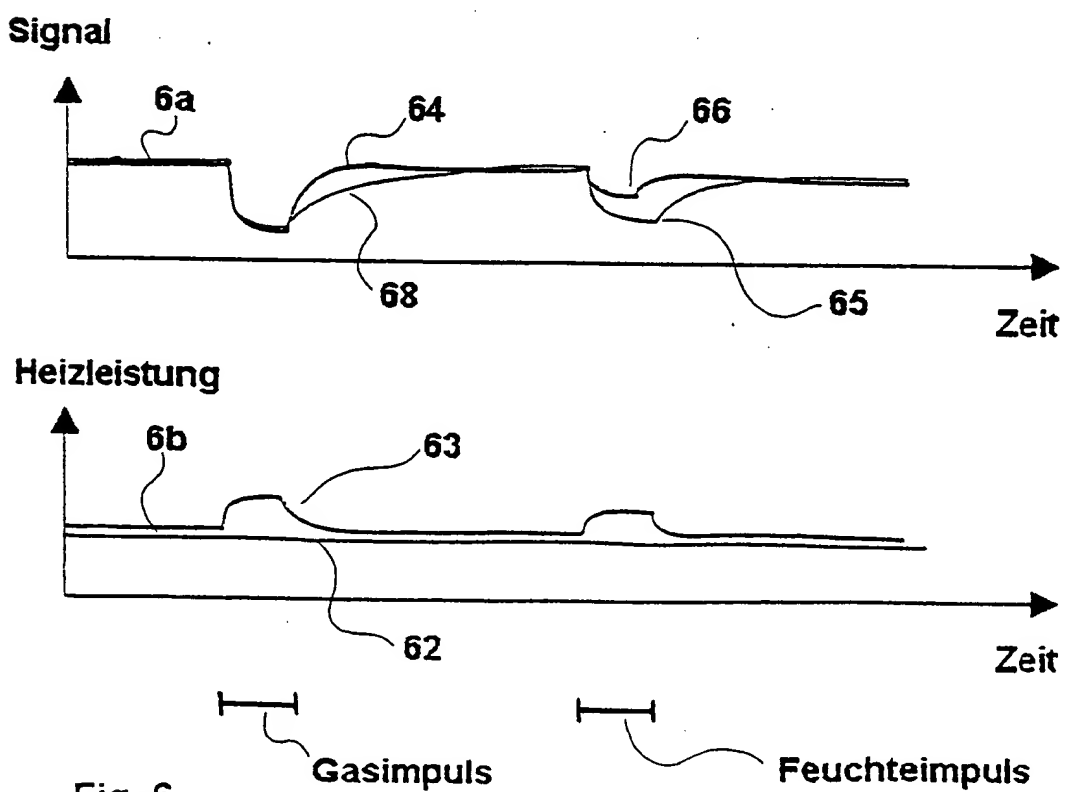
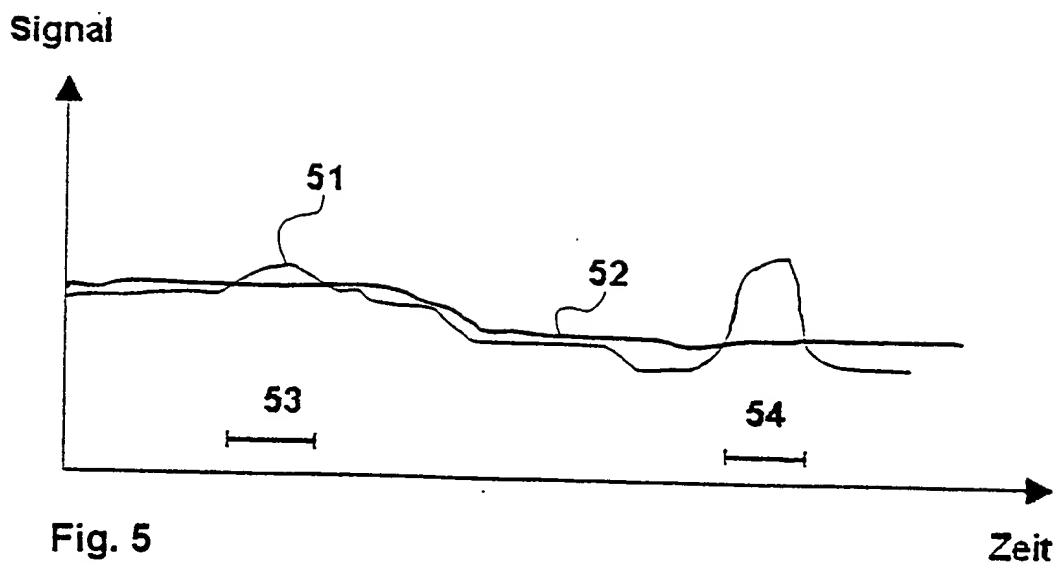


Fig. 4

3 / 4



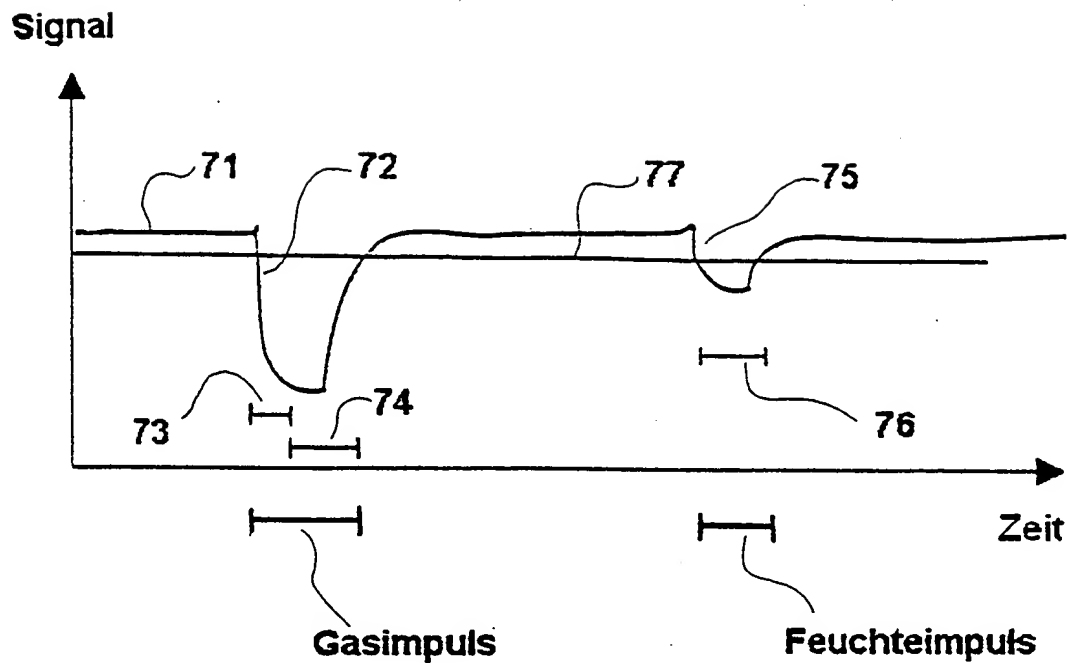


Fig. 7



09/937102

JC03 Rec'd PCT/PTO 17 SEP 2001

**Inventor:** Hans Rump et al.

**Invention:** SENSOR DEVICE AND METHOD OF DETECTING  
GASES OR FUMES IN AIR

**Attorney's Docket Number:** MSA244

Horst M. Kasper, their attorney  
13 Forest Drive, Warren, N.J. 07059  
Tel. (908)526 1717; Reg. No. 28559  
Attorney's Docket No.: MSA244

**ENGLISH LANGUAGE TRANSLATION OF THE ANNEXES OF  
THE INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT  
under PCT ARTICLE 36 (35 USC 371(c) (5))**

**PCT Application no:** PCT/EP00/02389  
**Filing Date:** 17 March 2000

Patent claims:

RECEIVED  
APR 34 1987

1. Sensor device for detection of gases or vapors contained in air by way of a sensor element, wherein the gas sensor element exhibits a gas sensitive layer and is electrically heatable by way of a heating structure, characterized in that

The sensor element (11) is disposed in a casing (40), wherein the casing (40) shields the sensor element (11) from air motions occurring outside of the casing (40), wherein the casing (40) exhibits a diffusion layer (47), wherein a passage of gas and vapor from the outside into the interior of the casing (40) and vice versa is possible through the diffusion layer (47).

2. Sensor device according to claim 1 characterized in that the casing (40) and the diffusion layer (47) are formed heat insulating or thermally insulating.

3. Sensor device according to claim 1 characterized in that the diffusion



layer (47) is formed out of a sinter material with a glass like or metallic structure.

4. Sensor device according to claim 1 characterized in that the diffusion layer is formed out of a gas permeable plastic foil.

5. Sensor device according to claim 1 characterized in that the sensor element (11) is a metal oxide sensor.

6. Sensor device according to claim 5 characterized in that the plastic foil comprises Teflon (PTFE).

7. Sensor device according to claim 1 characterized in that the sensor element (11) exhibits a heating structure (32) for the electrical heating of the sensor element.

8. Sensor device according to claim 7 characterized in that the heating structure (32) is a structured platinum layer.

9. Method for operating a sensor element for detection of gases or vapors contained in air, wherein the sensor element exhibits a gas sensitive layer and wherein the sensor element is electrically heatable by way of a heating structure, characterized in that the temperature of the sensor element (11) is automatically controlled and the temperature set point value is at least part-time changed by way of a perturbation value switch on depending on the size or the time behavior of the sensor signal.

10. Method according to claim 9 characterized in that the sensor signal is compared with reference value formed slidingly or adapted out of sensor signals of times past, wherein the difference between the sensor signal and the reference value and/or the time behavior of this difference is employed for triggering a switching signal.

11. Method according to claim 9 characterized in that the electrical resistance of the heating structure (32) furnished with a temperature coefficient is employed as an automatic control value for the temperature of

the sensor element (11).

12. Method according to claim 9 characterized in that the temperature of the gas sensitive layer (33) is not maintained constant but a perturbing value switch on increasing the temperature of the gas sensitive layer (33) is performed depending on the time behavior of the sensor signal such that such perturbing influences, which are caused by changes of the physical surrounding conditions are distinguishable from such influences which are caused by a change of the gas composition or of the gas concentration based on the time behavior of the sensor signal.

13. Method according to claim 9 characterized in that the heating power is influenced for short time by the sensor signal by way of the perturbing value switch on that a change of the sensor signal, which is caused by a change of the air humidity or by a change of the air temperature is compensated quicker and/or to a larger extent as a change of the sensor signal which is caused by a change of the gas concentration.

14. Method according to claim 13 characterized in that a change of the sensor signal, which is caused by a change of the air humidity or at change in the air temperature is distinguishable from a change of the sensor signal which is caused by a change in the gas concentration by way of the in each case different time behavior of the sensor signal.

15. Method according to claim 13 or 14 characterized in that the distinction between change of the sensor signal, which is caused by a change in the air humidity or by a change of the air temperature and a change of the sensor signal, which is caused by a change of the gas concentration is performed automatically by way of suitable software.

16. Method according to claim 9 characterized in that an average value is formed out of sensor signals from times past and that the reference value suitable for triggering a switching signal is formed out of the average value for the at each time actual sensor signal, wherein the average value formation is suspended for the time period of the perturbing value switch on.

17. Method according to claim 16 characterized in that the characterizing curve of the sensor element is taken into consideration for formation of the reference value.

18. Method according to claim 10 characterized in that the average value formation is suspended and the old reference value is maintained for that time period during which the actual sensor value is smaller as the reference value formed out of the average value for detection of oxidizable air contents substances.

19. Method according to claim 16 characterized in that the average value formation is suspended and the old reference value is maintained for that time period during which the actual sensor value is smaller as the reference value formed out of the average value for detection of oxidizable air contents substances.

20. Method according to claim 16 characterized in that the time period of averaging taken into consideration for formation of the average value is

variable.

21. Method according to claim 10 characterized in that the formation of the reference value is performed by taking into consideration sensor signals of times past, wherein the length of the time period taken into consideration is variable.

22. Method according to claim 10 characterized in that the formation of the reference value is performed by taking into consideration reference values of times past, wherein the length of the time period taking into consideration in this context is variable.

23. Method according to one of the claims 20 through 22 characterized in that the length of the time period taken into consideration depends on the time behavior of the sensor signal.

24. Method according to claim 9 characterized in that the sensor signal is averaged at the same time over two different time periods, wherein a certain

amount is subtracted from the average value formed over the longer time period and that a switching signal is triggered, when the average value formed over the shorter time period becomes smaller than the value resulting from the averaging over the longer time period and subtraction of the certain amount.

25. Method according to claim 9 characterized in that the temperature of the heating structure is periodically temporarily increased and the sensor signals are compared prior to, during, and after each temperature increase for a qualitative determination of a presence of additional oxidizable or, respectively, reduceable air contents substances.

26. Method according to claim 9 characterized in that the change of the impedance of the gas sensitive layer (33) is employed for forming of sensor signal.

27. Method according to claim 9 characterized in that the change of the electrical resistance of the gas sensitive layer (33) is employed for formation

of a sensor signal.

28. Method according to claim 10 characterized in that additionally a lower barrier is determined for the reference value, wherein the reference value can never undershoot the lower barrier and wherein the lower barrier cannot be reached by sensor caused variations, wherein the gas concentration which can be coordinated to this sensor signal does not inflict permanent damages to the human being or, respectively, is disposed in a far safety distance relative to the explosion barrier in case of for example a monitoring of explosion limits.